

UNIVERSITÉ DE CAEN

FACULTÉ DES SCIENCES

THÈSES

PRÉSENTÉES A LA
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE CAEN
POUR OBTENIR LE TITRE DE :

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(MENTION SCIENCES)

PAR :

ABDUL MAJID FARRA

1^{RE} THÈSE :

Étude des altérations d'origine
bactérienne des semi-conserves
de viande en boîtes.

2^{ME} THÈSE :

Contribution à l'étude des
fermentations butanedioliques

PRÉSENTÉES ET SOUTENUES LE 16 FÉVRIER 1952.

PRESIDENT : M. CHAUVENET

MEMBRES : MM. JACQUET & LOZOC'H

IMPRIMÉ " AU MANUSCRIT " 10, RUE PAUL-BERT MAISONS-ALFORT

1952

FACULTÉ DES SCIENCES DE CAEN

Nom du candidat : FARRA.

Prénom : Abdul Majid

Date de soutenance :

Numéro d'ordre :

(Ces deux mentions seront complétées par le Service de la Bibliothèque)

FARRA (Abdul Majid). —
Étude des altérations d'origine bactérienne des semi-conserves de viande en boîtes
Contribution à l'étude des fermentations butanedioliques.

Alfort, Au Manuscrit. 1952, in-8 144 p.

N°

FARRA (Abdul Majid). —
Étude des altérations d'origine bactérienne des semi-conserves de viande en boîtes
Contribution à l'étude des fermentations butanedioliques.

Alfort, Au Manuscrit, 1952, in-8, 144 p.

N

FARRA (Abdul Majid). —
Étude des altérations d'origine bactérienne des semi-conserves de viande en boîtes
Contribution à l'étude des fermentations butanedioliques.

Alfort, Au Manuscrit, 1952, in-8, 144 p.

N°

FARRA (Abdul Majid). —
Étude des altérations d'origine bactérienne des semi-conserves de viande en boîtes
Contribution à l'étude des fermentations butanedioliques.

Alfort, Au Manuscrit, 1952, in-8, 144 p.

N°



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546421_0034

UNIVERSITÉ DE CAEN

FACULTÉ DES SCIENCES

THÈSES

PRÉSENTÉES A LA
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE CAEN
POUR OBTENIR LE TITRE DE :

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(MENTION SCIENCES)

PAR :

ABDUL MAJID FARRA

1^{RE} THÈSE :

Étude des altérations d'origine
bactérienne des semi-conserves
de viande en boîtes.

2^{ME} THÈSE :

Contribution à l'étude des
fermentations butanedioliques

PRÉSENTÉES ET SOUTENUES LE 16 FÉVRIER 1952.

PRESIDENT : M. CHAUVENET

MEMBRES : MM. JACQUET & LOZOC'H

IMPRIMÉ " AU MANUSCRIT " 10, RUE PAUL-BERT MAISONS-ALFORT



A M. JACQUET,

Professeur à l'Université de Caen,

Qui a bien voulu nous guider dans l'élaboration de cette thèse, nous exprimons notre profonde gratitude pour sa haute bienveillance, et les bons conseils qu'il nous a toujours prodigués.

A M. DRIEUX,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,

Qui nous a toujours accueilli dans son laboratoire avec bienveillance et sollicitude, et qui nous a dirigé dans l'élaboration de cette tâche — en témoignage de notre sincère reconnaissance.

A M. DUROCHER,

Directeur de l'Institut National des conserves.

Qui nous a inspiré le sujet de cette thèse, espérant que ce travail aura son approbation.

A M. LEMOIGNE,

Docteur ès-Sciences Physiques, Ingénieur Agronome.

Officier de la Légion d'Honneur,

Membre de la Commission de Chimie Biologie au C.N.R.S.

*Président du Comité permanent du Conseil Scientifique
de l'Institut National de la Recherche Agronomique,*

Chef de Service des Fermentations à l'Institut Pasteur,

Qui nous a autorisé avec grande bienveillance à effectuer un
stage dans son service durant six mois.

AVANT-PROPOS

Avant d'aborder le sujet de cette thèse, qu'il nous soit permis de revivre les années que nous avons vécues en France qui nous inspirent une émotion puissante mêlée de gratitude sincère envers nos professeurs, nos condisciples, tous ceux que nous avons connus pendant cet intervalle de temps, côtoyés et qui nous ont témoigné une amitié fraternelle.

Cette gratitude s'adresse particulièrement à tous ceux qui ont contribué à notre formation scientifique. Nos remerciements auront-ils assez de poids, assez de chaleur pour qu'ils soient agréés par MM. Jacquet, Drieux, Durocher et Lemoigne. Nous avons fait de notre mieux et nous avons l'espoir que ce travail aura leur approbation.

Avant de terminer ce bref avant-propos, nous aimerions signaler que ces travaux ont eu pour cadre l'atmosphère sympathique et bienveillante du laboratoire de M. Drieux, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Leur évolution progressive a été suivie régulièrement par M. Jacquet.

Les matières premières et les boîtes bombées qui nous ont servi dans nos expériences proviennent de différentes usines et de plusieurs maisons. Le grand nombre et la variété de ces origines ne nous permettent pas de remercier en particulier chaque « fournisseur » : notre reconnaissance, par conséquent, revêt une forme globale.

Ceci dit, nous aimerions signaler que nous avons divisé notre ouvrage en sept sections :

— La première est une introduction suivie d'un chapitre relatif à l'étude historique des conserves.

Le deuxième chapitre traite de la technique de la semi-conserve.

— Un troisième chapitre est consacré aux altérations d'origine microbienne, à la description de la flore trouvée et enfin à une étude expérimentale de l'influence de chaque germe sur la composition de la semi-conserve : notamment en ce qui concerne le pH, les gaz, l'azote aminé, l'azote ammoniacal et l'azote basique volatil total.

— Nous réservons un quatrième chapitre à l'étude détaillée du temps nécessaire à la destruction des germes que nous avons rencontrés au courant de nos recherches. Cette étude doit être faite en fonction du volume des boîtes, de la concentration des germes, de la concentration en chlorure de sodium, du pH du milieu, et de la composition de ce dernier.

— Le dernier chapitre sera un exposé des mesures prophylactiques qu'il convient de mettre en œuvre pour éviter les accidents de fabrication et qui doivent être induites des conclusions de nos recherches.

L'ouvrage se termine par une conclusion générale.

Chaque chapitre sera divisé en paragraphes, eux-mêmes répartis en alinéas. Nous avons pensé que cette dissection aidera à une compréhension plus aisée de notre travail et souhaitons avoir atteint notre but. Une table des matières qui suit un index bibliographique des auteurs avec références complètes clôturera notre thèse.

Puisse-t-elle être utile à tous ceux qui auraient à la consulter.

INTRODUCTION

Ces dernières années ont vu s'accroître dans des proportions considérables la consommation des conserves dans presque tous les pays du monde. Cela est dû au développement progressif que ne cesse de connaître l'industrie de la conserve, conséquence naturelle des deux dernières guerres mondiales pendant lesquelles le ravitaillement des armées a accordé une importance énorme aux conserves alimentaires.

Bien des pays, surtout en Europe, en Asie et en Amérique, ont donné un plein essor à cette industrie pour remédier à la disette, voire à la famine de l'après-guerre.

Des millions d'hommes pendant des mois ont été sans dangers ni troubles graves, exclusivement nourris de conserves. Beaucoup de ménagères continuent d'exécuter le geste appris pendant la guerre, d'ouvrir une boîte de corned-beef ou de thon.

C'est dire que la conserve acquiert de nos jours une importance considérable et que, ainsi que le souligne avec humour et vérité un industriel américain parlant du développement des usines utilisant cette présentation : « Dans les grandes fabriques de conserves, rien n'est perdu, sauf les cris des bêtes ».

Malheureusement, la semi-conserve n'est pas encore arrivée à un stade aussi avancé. Beaucoup de fabricants se plaignent de la perte d'une énorme quantité de leurs produits. Cette perte est toujours due à des altérations microbiennes, ce qui a attiré l'attention du directeur de l'Institut de la Conserve, qui nous a proposé d'effectuer une étude à ce sujet.

Nous avons poursuivi des recherches depuis deux ans, pour connaître exactement la flore microbienne qui provoque les altérations des semi-conserves, essayer de mettre en évidence la nature de ces altérations et voir comment on peut y remédier.

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE DE LA CONSERVE

L'histoire de la conservation alimentaire remonte, si l'on peut dire, aux sources mêmes de l'histoire de l'humanité, puisque l'homme s'est toujours préoccupé de pouvoir trouver à sa portée des aliments qu'il n'était pas toujours sûr de trouver au moment du besoin, aussi l'excédent de son butin de chasse ou de pêche fut-il exposé au soleil, ce qui lui assura dans une grande mesure un approvisionnement assez abondant et comestible et le rendit indépendant des variations saisonnières.

Plus tard, la viande et le poisson furent exposés à la fumée d'un feu de bois et l'homme eut ainsi des conserves où il intervenait, en plus de la dessiccation, l'action antiseptique des produits empyreumatiques provenant de la combustion du bois.

Une autre méthode de conservation fut celle que pratiquent encore les Esquimaux en enfouissant leurs denrées alimentaires dans la glace.

Néanmoins, les premières conserves alimentaires proprement dites ne furent préparées qu'au début du XVIII^e siècle; jusqu'alors, les seules expériences scientifiques avaient été

faites par Lavoisier en 1777.

Plus tard, de nouvelles contrées furent explorées, de nouvelles voies maritimes ouvertes au commerce et aux conquêtes, l'extension de certains empires vint accroître l'évolution économique, l'alimentation des armées et surtout des navigateurs amenés à faire de longs séjours en mer constituait un problème d'une grande importance.

Ainsi le Gouvernement français proposait-il en 1795 une prime considérable à qui trouverait le premier un moyen efficace de conserver les légumes et les viandes d'une façon durable.

Ce n'est qu'en 1810 que Nicolas Appert, démontrant l'action de la chaleur sur les denrées alimentaires incluses dans des flacons hermétiquement fermés à l'aide de bouchons normaux et chauffés, écrivait dans le « Livre de tous les ménages ou l'Art de conserver pendant plusieurs années toutes substances animales et végétales » que l'action du feu détruit ou tout au moins neutralise tous les ferments qui dans la marche ordinaire de la nature produisent les modifications qui, en changeant les parties constitutantes des substances animales et végétales, en altèrent les qualités ».

Le chauffage se faisait au moyen de charbon ou de bois, ce qui demandait de longues heures et une dépense importante de combustible. Appert se servit par la suite de la marmite de Papin pour obtenir de plus hautes températures, mais il n'avait aucun moyen de mesure et ses essais restèrent pratiquement sans portée.

Ces travaux intéressèrent Gay-Lussac. Pour lui, la conservation des substances organiques était due à la privation de l'oxygène de l'air qu'il ne retrouvait plus dans les récipients fermés qu'Appert soumettait à l'action de l'eau bouillante.

Mais il fallut attendre Pasteur, le génial créateur de la microbiologie, pour donner une explication correcte à ce sujet.

Plus tard, Raymond Chevalier, fils de l'inventeur de la méthode, mit au point, en 1851, un autoclave avec manomètre, sorte de bain-marie concentré, pour lequel il prit un brevet. L'autoclave devait donner une grande extension à l'industrie de la conserve.

Trois ans plus tard, Martin de Lignac revendiquait l'utilisation et la propriété d'un autoclave permettant la stérilisation de la conserve à une température constante. Un juge-

ment rendu en 1857 garantissait la priorité de l'invention à Chevalier Raymond, fil d'Appert.

Les premiers autoclaves dont se servirent les usines étaient chauffés par un foyer à bois ou à houille situé sous l'appareil et qui maintenait une température de 105° - 110° C.

Plus tard, on eut recours à la vapeur comme moyen de chauffage et les autoclaves chauffés par serpentins ou à bassines à air libre sont encore utilisés de nos jours.

Enfin, dans les autoclaves modernes, la vapeur sert aussi bien d'agent producteur de chaleur que de bain à l'intérieur des appareils où sont placées les boîtes de conserve pour une stérilisation rapide et efficace. Nous terminerons cet historique de la conserve en réservant une mention spéciale à l'Anglais Peter-Durand, inventeur de la boîte en fer blanc en 1820.

A partir de 1907, l'étude de la conserve entre dans une phase scientifique avec la création aux U.S.A. de la N.C.A. (National Cannery Association) qui crée des laboratoires de contrôle.

En bref, nous résumerons l'histoire de la conserve avec J.-H. Collins qui déclare : « Un Français a découvert l'art de conserver les aliments, un Anglais a découvert la boîte en fer blanc, et des inventeurs, chimistes, fermiers et fabricants américains ont transformé ces connaissances fondamentales en une grande industrie. »

CHAPITRE II

TECHNIQUE DE LA SEMI-CONSERVE

Dans la semi-conserve, l'étude des altérations d'origine microbienne nous amène à prendre en considération les deux problèmes suivants auxquels nous réservons dans notre travail une importance primordiale :

1° *La stérilisation.*

2° *Les altérations* et les espèces microbiennes qui en sont la cause

Avant d'aborder ces problèmes, nous aimerions définir la conserve et la semi-conserve.

Définition de la conserve

Rappelons tout d'abord que la conservation par la chaleur est un procédé ayant pour but de conserver aux denrées alimentaires leurs principales propriétés en les soumettant pendant un temps suffisamment long à l'action de température capables d'entraver dans leur masse l'activité des germes microbiens.

En ce qui concerne la semi-conserve, nous tirerons de la définition précédente la conséquence naturelle suivante :

Définition de la semi-conserve.

C'est le procédé ayant pour but de conserver aux aliments fragiles à l'action d'une haute température leurs prin-

cipales propriétés en les soumettant pendant un temps suffisamment long à l'action d'une température modérée capable d'entraver dans leur masse l'activité des germes microbiens sans provoquer d'altération dans le contenu des boîtes.

Ici, il serait utile de signaler que la différence qui existe entre la conserve et la semi-conserve consiste dans le fait que la stérilisation de la conserve tue toutes sortes de microbes pathogènes ou saprophytes banaux, tandis que dans la semi-conserve on considère qu'il n'est nullement nécessaire de détruire les germes qui n'altèrent pas la semi-conserve et ne sont pas pathogènes.

La stérilisation de la conserve s'effectue à haute température, alors que cette haute température déterminerait des altérations dans la semi-conserve de viandes :

- fusion de la graisse,
- gélification du tissu collagène.

D'où l'intérêt primordial de procéder d'après les principes de la semi-conserve.

Intérêt de la semi-conserve

Une haute température modifie les caractères de certaines denrées conservées par la chaleur. En soumettant un produit alimentaire à des températures élevées, on obtient des changements dont les principaux sont :

— *Du point de vue organoleptique* : saveur amère, aspect gris, goût peu agréable et généralement odeur perceptible d'hydrogène sulfuré ou d'ammoniac.

— *Du point de vue physiologique* : moindre digestibilité.

— *Du point de vue chimique* : modifications résultant de l'hydrolyse provoquée par les facteurs suivants :

— acidité du milieu

— action favorable de la haute température.

Les matières protéiques de la viande se dissocient. On sait que l'hydrolyse des protéides (par les acides ou par les alcalis) donne naissance généralement à un mélange d'acides aminés et d'ammoniac et, dans le cas de cystine et d'autres acides aminés soufrés, il y a formation d'hydrogène sulfuré qui présente deux inconvénients :

— une odeur désagréable,

— un noircissement des boîtes.

Signalons qu'il se forme régulièrement de l'hydrogène

sulfuré dans la viande de porc chauffée à haute température. *Il faut donc tenir compte* de la sensibilité des protéides à la chaleur, tout en respectant les principes de la stérilisation, pour avoir des résultats satisfaisants et des produits non dénaturés. De même, il ne faut pas perdre de vue qu'il faut *garder au produit à conserver* :

- une apparence excellente,
- une odeur agréable,
- un goût appétissant,
- des propriétés de digestibilité.

Il faut, par conséquent, savoir utiliser et manier les températures de stérilisation.

Stérilisation

Le Comité Interprofessionnel de la Conserve définit en 1947 la stérilisation en ces termes : « La stérilisation des conserves alimentaires est l'opération qui consiste, après avoir enfermé le produit dans un récipient hermétiquement clos, à le soumettre pendant un temps suffisamment long à une température suffisamment élevée pour assurer la destruction de toutes les formes microbiennes susceptibles d'y proliférer et d'altérer le produit ou qui pourraient nuire à la santé du consommateur. »

En d'autres termes, on dit qu'en général la stérilisation consiste en un chauffage des boîtes de conserve à une température et pendant un temps suffisant pour tuer tous les germes qu'elles contiennent, qu'ils soient pathogènes ou saprophytes banaux.

Nous précisons toutes sortes de germes, puisque :

- les premiers, sans nécessairement modifier l'apparence du produit, nuisent à la santé du consommateur ;
- les seconds, sans être dangereux, altèrent plus ou moins le produit et le rendent impropre à la consommation.

Dans le procédé thermique pour la conservation en boîtes, le but est de stabiliser le produit qu'elles renferment, d'y détruire tous les microorganismes vivants. Si ces produits sont maintenus à l'abri des contaminations extérieures, la durée de conservation est théoriquement illimitée.

Ces définitions une fois données, essayons d'étudier la stérilisation limitée de la semi-conserve.

Stérilisation limitée de la semi-conserve et mode d'utilisation de la chaleur

Les définitions que nous venons de donner ne s'appliquent pas, en effet, à certains produits qui, bien que présentés en récipients hermétiquement clos, ne sont pas totalement stérilisés et ne constituent pas de véritables conserves, comme par exemple le jambon et les saucissons en boîtes. Il s'agit là de semi-conserves, objet de notre étude. La définition suivante peut par conséquent être adoptée :

« La stérilisation des semi-conserves est l'opération qui consiste, après avoir enfermé le produit dans un récipient hermétiquement clos, à le soumettre pendant un temps bien défini à une température suffisante pour assurer la destruction de toutes les formes microbiennes susceptibles de l'altérer ou qui pourraient nuire à la santé du consommateur. »

A ce propos, signalons que la stérilisation atteint pour la conserve la température de 130° C, tandis que pour la semi-conserve elle est de l'ordre de 103° - 104° C.

Technique de la stérilisation de la conserve et de la semi-conserve

Cette stérilisation s'opère dans des autoclaves ou au bain-marie. Une fois les boîtes fermées, il faut obtenir une destruction immédiate de tous les germes qu'elles contiennent ou tout au moins rendre ces derniers incapables de végéter.

Cependant, certaines semi-conserves peuvent encore contenir des microorganismes résistant à la température appliquée.

Les conditions de température et de durée utilisées varient avec le format des boîtes et le matériel de l'usine, ainsi qu'avec le liquide de couverture. Dans la pratique courante, les normes de fabrication sont déterminées d'une façon empirique. Les appareils employés sont :

- des bains-marie,
- des autoclaves à eau,
- des autoclaves à vapeur.

Bains-marie

Ce sont de grandes cuves remplies d'eau en ébullition où sont immergées les boîtes de conserve pendant un temps variable.

Autoclaves à eau

Ils sont constitués par des chaudières à fermeture hermétique et pleines d'eau, à l'intérieur desquelles on immerge les boîtes.

Autoclaves à vapeur

Ils diffèrent des précédents, du fait qu'il ne contiennent pas d'eau. Les conserves y sont placées dans la vapeur qui arrive directement sous pression à l'intérieur des appareils. Lorsqu'on atteint la température de stérilisation, on ferme l'arrivée de la vapeur et c'est à partir de ce moment que doit être compté le temps de stérilisation. On maintient la température voulue pendant le temps déterminé pour la stérilisation.

L'autoclave à vapeur permet une économie de temps en ce qu'il est immédiatement porté à la température de fonctionnement. Dans certaines usines, les boîtes sont, au sortir des bains-marie ou des autoclaves, aussitôt plongées dans de l'eau courante.

Dans d'autres, on les fait circuler dans des tunnels où elles sont arrosées d'eau froide finement pulvérisée. Après stérilisation par autoclave à vapeur, le refroidissement se fait par l'introduction d'eau froide dans l'appareil.

Pour stériliser les boîtes, O. et T. W. Jones (1941) conseillent trois méthodes :

1° Elever la température de l'autoclave à 100° C., l'y maintenir jusqu'à ce que le centre des boîtes atteigne ce niveau aussi rapidement que possible, surveiller alors la température jusqu'à la valeur finale requise et l'y maintenir jusqu'à ce que le centre des boîtes l'atteigne également ;

2° Elever la température des boîtes jusqu'à 100°. La maintenir à ce niveau jusqu'à ce que le centre des boîtes atteigne également 100° C. Sortir alors les boîtes de l'autoclave et les refroidir. Vingt-quatre heures après, répéter cette opération une deuxième fois et une troisième fois avec toujours un arrêt de vingt-quatre heures. Cette méthode est appelée « procédé intermittent » ;

3° Elever la température de l'autoclave à un niveau défini et l'y maintenir d'une façon constante jusqu'à obtenir le résultat voulu.

O. et T. W. Jones recommandent :

— la première méthode pour les produits solides,

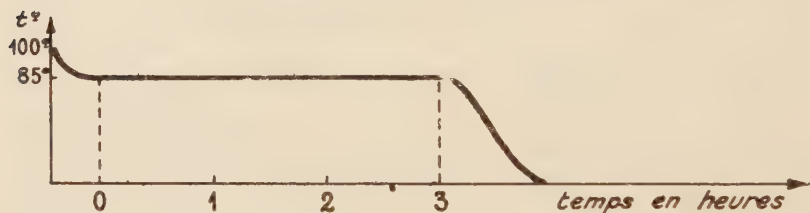
- la deuxième pour les produits exigeant un contrôle minutieux de la température,
- la troisième pour les produits dont on veut une stérilisation au minima.

En ce qui concerne la stérilisation de la semi-conserve, nous considérons les deux formats suivants comme exemples :

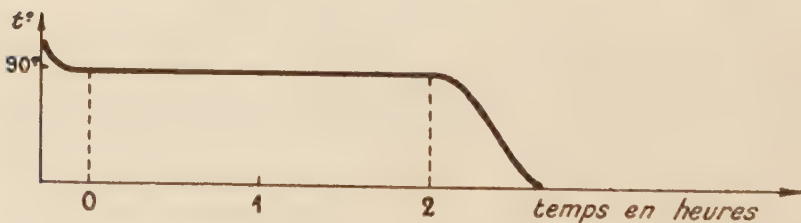
- boîtes de jambon format mandoline.
- boîtes d'épaule format cylindrique (1).

La stérilisation des boîtes *mandoline* s'opère dans un bain-marie dont l'eau est portée à l'ébullition. Les boîtes y sont immergées, ce qui détermine un abaissement de température de l'eau. Quand cette température devient de l'ordre de 85° C., on la maintient d'une façon constante pendant deux heures et demie à trois heures (en moyenne 2 heures 45).

Le graphique ci-après illustre cette stérilisation.



En ce qui concerne le deuxième exemple des boîtes citées, la stérilisation s'effectue dans un autoclave à vapeur où la température reste de l'ordre de 90 à 92° C. pendant 2 heures.



(1) Les dimensions des boîtes sont :

a) Format mandoline : hauteur d'un côté 120 mm., de l'autre 100; largeur d'un côté 230 mm., de l'autre 160.

b) Format cylindrique : diamètre 100 mm., hauteur 170 mm., capacité environ 1 kg. 400.

Facteurs principaux de la stérilisation

« Qui sait stériliser, sait fabriquer ». Le bactériologiste dit : « Stériliser, c'est tuer tous les germes vivants, ainsi que leurs spores. » Cette opération ne s'effectue qu'en relation avec des facteurs essentiels. Ils sont nombreux et complexes. Envisageons-les rapidement et examinons-les dans l'ordre suivant :

- température de chauffage
- durée de chauffage
- vitesse de pénétration de la chaleur
- influence du pH du produit
- espèce de germes
- nombre de germes.

Température de chauffage

La température de stérilisation de la semi-conserve est un facteur très important, car une augmentation de température, même légère, modifie l'aspect du produit comme nous l'avons vu précédemment. Cette question du chauffage est un point à la fois très délicat et très important, car un chauffage à haute température provoque un changement du produit et, d'autre part, une température tant soit peu négligée, entraînerait également une altération de notre semi-conserve.

Durée de chauffage

Le temps de stérilisation des conserves diffère beaucoup d'un produit à l'autre. Sur cette durée influent deux facteurs :

- la nature du produit à stériliser
- les dimensions de la boîte.

Plus les boîtes sont grosses, plus il faut de temps pour que la chaleur en pénètre le centre.

Température et durée de chauffage

La température et la durée de chauffage constituent deux facteurs qu'il est presque impossible de considérer séparément.

Des spores très résistantes à la chaleur nécessitent par exemple cent fois plus de temps à 100° qu'à 12° C.

Vitesse de pénétration de la chaleur

Lors d'une stérilisation, la chaleur pénètre par toutes les parois de la boîte. Le centre de cette boîte est l'endroit le plus froid. La température de ce centre constitue un facteur essentiel qu'il faut connaître pendant toute la durée du chauffage.

Selon Hurequin, pour une température de 110°, la température croît d'abord lentement au centre et toute la chaleur se trouve concentrée à la périphérie.

Puis la température au centre croît rapidement et en définitive la température de la boîte s'établit aux environs de la température extérieure. La chaleur ne pénètre plus et la température de la boîte varie peu.

Il faut également connaître le temps nécessaire pour la destruction de tous les germes résistants. Les lois de la conduction et de la convection régissent la pénétration de la chaleur. La conduction est la transmission de la chaleur d'une molécule à une autre. Le fer — ou un métal en général — est dit bon conducteur de la chaleur. Une barre de ce métal chauffée à un bout devient chaude jusqu'à l'autre extrémité. La convection est aussi une transmission de chaleur, mais elle a lieu dans un liquide ou un gaz. Elle est provoquée par des mouvements dûs à la dilatation thermique d'une portion au milieu qui, chauffée, acquiert une densité inférieure au reste du liquide non encore chauffé et tend alors à monter en surface. Ces agitations thermiques constituent en quelque sorte un brassage vigoureux qui détermine l'échauffement du centre de la boîte. La transmission de la chaleur, en ce qui concerne les milieux solides, ne se fait pas par convection, la stérilisation est plus lente.

Le température nécessaire pour que la chaleur atteigne le centre des boîtes cylindriques dont la hauteur est supérieure au diamètre, est proportionnelle au carré du rayon. Cette règle permet de calculer la durée de pénétration de la chaleur dans les boîtes de divers formats, si cette durée est déterminée pour un format donné.

Influence du pH

L'influence du pH sur la stérilisation est primordiale. Des expériences ont, en effet, montré que certaines limites de pH, de préférence à d'autres, favorisent la croissance et la reproduction des bactéries. De sorte que telle valeur du pH implique l'existence ou la non existence de tels ou tels germes microbiens.

Des travaux de Bigelow et Esty (1920) et d'Esty et Meyer (1922), ainsi que des études de Cruess, Fong et Liu (1925), il ressort que la résistance des bactéries est maxima dans une zone comprise entre pH 6 et pH 7 et qu'ensuite elle décroît

rapidement lorsque le milieu devient plus acide ou plus alcalin.

On sait depuis longtemps que les produits dont le pH est plus bas sont les plus facilement stérilisables. Une variation artificielle du pH par addition d'acide détermine une stérilisation à 100° C. de certains légumes qui, normalement, demandaient 115° C. et même 120° C.

On ne peut, en somme, concevoir de stérilisation parfaite sans l'étude du pH du milieu à stériliser.

Espèces et nombre de germes

Dans toute stérilisation, il est indispensable de connaître la nature et le nombre des germes auxquels on va s'attaquer.

La durée de stérilisation d'un produit est, en effet, proportionnelle au degré de résistance des bactéries et de leurs spores, ainsi qu'à leur concentration dans ce produit. La résistance thermique des microbes est sujette à grandes variations, selon les espèces. Ainsi, il suffit d'un court chauffage pour détruire les formes végétatives des microbes alors que leurs spores supportent généralement un chauffage prolongé à une température élevée.

P. Forgeot et H. Goldie (1923) ont étudié le mécanisme de destruction des bactéries par la chaleur. Ils notent que, même complète, la destruction d'une culture bactérienne, en particulier dans une boîte de conserve, se fait toujours par gradation. Ce qui explique que l'intensité de la destruction croît au cours du temps pour se ralentir à la fin. Le processus de cette destruction représente par conséquent une courbe logarithmique, dont la chute est d'abord brusque et s'atténue ensuite graduellement.

La concentration des spores dans un produit avant sa mise en boîtes a une très grosse influence sur le choix de la température et la durée de la stérilisation. Ces notions ont été bien étudiées pour les conserves par les travaux de Bigelow et Esty (1920) et Esty et Meyer (1922).

CHAPITRE III

ALTÉRATIONS D'ORIGINE BACTÉRIENNE DE LA SEMI-CONSERVE ET ETUDE DE LA FLORE RESPONSABLE DE CES ACCIDENTS

Nous avons vu dans le chapitre précédent que la question du chauffage nous enfermait dans un cercle vicieux, car un chauffage trop long ou une température trop élevée provoquerait une dénaturation du produit et que d'autre part une température tant soit peu négligée entraînerait une altération de notre semi-conserve. Nous allons essayer, dans ce chapitre, d'étudier ces altérations.

Altérations de la semi-conserve

Quand on parle des altérations d'un produit alimentaire, on entend par là toutes les modifications apparentes ou non apparentes de sa composition, modifications qui interdisent sa consommation en raison du danger qu'il présente ou de la perte de ses qualités nutritives ou organoleptiques. Ces altérations peuvent être d'origine microbienne ou non microbienne.

Dans notre thèse, nous ne traiterons que des altérations du premier groupe.

Manifestations extérieures de l'altération microbienne. Bombage.

Le bombage est déterminé par des causes différentes.

Dans tous les cas, la valeur de la conserve s'en trouve influencée. Le bombage est provoqué par des défauts de fabrication. On constate trois sortes de bombage :

- bombage mécanique ou physique,
- bombage chimique,
- bombage biochimique.

C'est surtout cette dernière sorte de bombage qui nous intéresse. Elle constitue 80 % des bombages des boîtes de semi-conserve. Il s'agit, avant tout, d'une stérilisation insuffisante due essentiellement à une insuffisance de température ou de la durée de celle-ci.

Nous aimerions signaler que le bombage d'origine physico-chimique est sans danger pour la consommation, alors que le bombage d'ordre biologique altère fortement le produit et risque de provoquer des accidents graves. Le consommateur se méfie à juste titre, de toutes sortes de bombements. Seul, un examen de laboratoire peut en déterminer l'origine. Le bombage physico-chimique peut être révélé après étuvage de deux échantillons respectivement à 37° et à 55° ; l'absence d'accroissement du bombage indique l'absence de germes vivants ou revivifiables formateurs de gaz.

Mais c'est l'examen bactériologique qui apporte la démonstration définitive. Si les examens sur frottis et les cultures restent négatifs, la conserve est considérée comme stérile. Il s'agit d'un bombage physico-chimique. Cette nature de bombage se confirme par la présence dans les boîtes d'une quantité importante d'hydrogène. Cette présence même constitue une preuve qu'il ne s'est développé aucune fermentation. La proportion de CO₂ dans ces boîtes est d'ordre négligeable. On note aussi dans ce cas de bombage une quantité appréciable d'étain et de fer non toxiques, mélangés au contenu.

À contrario, dans le cas des bombages d'origine microbienne, les frottis et les cultures sont positifs, révélant la présence de bactéries. Toutefois, pour qu'une altération microbienne se traduise par le bombage, il faut qu'elle soit due à des germes gazéifiants.

D'autre part, il y a des germes qui ne donnent pas lieu à une production de gaz. Par conséquent, il peut y avoir des boîtes non bombées qui contiennent des microbes.

Contrôle

La fabrication des boîtes de semi-conserve exige de grandes précautions. De prime abord, il semble que ces précautions soient insuffisantes pour empêcher toute avarie. En effet, il peut se produire, en dépit de la discipline à laquelle la fabrication aura été soumise, qu'un certain nombre de boîtes de semi-conserve présente des caractères défectueux dont les causes auront été purement accidentelles. Le fabricant vise son intérêt, par conséquent la qualité de ses produits ; une règle rigoureuse et salvatrice s'impose pour lui en l'occurrence un examen et un contrôle systématiques et minutieux de toute la production.

Dans le domaine de la conserve et de la semi-conserve, un danger n'affectant qu'une quantité insignifiante de produit peut être le début d'un danger sérieux pour toute une production. Parmi les précautions prises au cours de la fabrication, l'examen externe et organoleptique des boîtes est de rigueur. Surtout que cet examen, même effectué avec soin, ne soit pas considéré comme souverain.

Souvent il arrive que des semi-conserves avariées et défectueuses présentent un aspect sain et sont considérées comme des produits de bonne qualité. Des examens plus approfondis s'imposent par conséquent et il faut avoir recours à des procédés physiques, chimiques et surtout bactériologiques.

Étuvage

Pour déceler à coup sûr la présence des microbes, une technique est nécessaire : l'étuvage. Nous savons qu'une stérilisation peut être imparfaite et entraîner toute une série d'accidents qui, sans l'épreuve de l'étuvage, seraient imputés au temps ou à un concours de circonstances. Cette épreuve est donc un procédé sûr de vérification et contribue à maintenir l'état hygiénique des produits. En effet, les renseignements fournis par ce procédé permettent une intervention efficace et, si l'on peut dire, un « redressement » de la fabrication.

Température d'étuvage

Certaines fabriques de semi-conserves laissent à désirer, soit parce que le personnel est négligent, n'apportant pas tous les soins à la fabrication, soit parce qu'au cours de cette fabrication la surveillance des opérations se relâche et, par consé-

quent, constitue l'une des causes qui peuvent déterminer l'apparition de caractères défectueux dans le produit final. Il est donc nécessaire de prélever au hasard parmi les boîtes un lot de 1 % environ et de les soumettre à l'étuvage.

En effet, pour les germes anaérobies les plus fréquemment rencontrés dans la putréfaction, il existe une revivification qui a lieu entre 35° et 37° C. Quelques boîtes peuvent renfermer certains microbes sur lesquels l'effet de l'incubation constitue un stimulant. Ces microbes se développent, se reproduisent et se multiplient dans le produit. Ils y donnent naissance à des gaz dont la pression croît au fur et à mesure du développement des microbes jusqu'à ce qu'elles arrive à faire bomber les boîtes.

L'étuvage donne au contraire l'assurance d'une bonne stérilisation. L'effet de l'incubation est alors nul. Les boîtes restent stériles et le produit intact et sain a une température de 35° C.

Cependant, ces données ne doivent pas être considérées comme rigoureuses. Trois remarques sont à faire à ce sujet :

1° Des microbes peuvent se développer sans pour cela donner naissance à des gaz susceptibles de provoquer le bombement des boîtes;

2° Les microbes aérobies ont besoin d'oxygène pour vivre.

3° Le milieu même de certaines boîtes présente un caractère plus ou moins acide et, par conséquent, défavorable au développement des microbes.

Toutefois, en pratique industrielle, il est admis que « toute boîte qui ne tombe pas à l'étuve est une boîte dont la conservation est assurée ».

« Le Cahier des Charges de l'Intendance Militaire » prescrit pour les conserves de viande soumises à cet examen une durée de huit à dix jours à une température de 35° C.

Aux Etats-Unis, Cameron préconise un prélèvement de 48 boîtes de conserve par lot de fabrication : 12 pour l'incubation à 37° C., 12 pour l'incubation à 55° C., et le reste pour être gardé en réserve. Nous aimerions signaler à ce propos que l'étuvage à 55° C. sert :

1° A montrer la présence de bactéries thermophiles strictes (ne se développant pas au-dessous de 40° C.);

2° A faire développer rapidement les bactéries thermophiles facultatives (qui se développent également à 37° C., mais plus lentement).

DUREE DE L'ETUVAGE.

Selon Cameron, à 37° C., le temps d'étuvage doit être de cinq jours pour la moitié des boîtes et de dix jours pour les autres.

A 55°, il préconise une durée d'incubation de trois jours pour la première moitié et de six jours pour la seconde moitié du lot.

L'étuvage aux Etats-Unis dure à une température de 37° de 60 à 65 jours dans le cas des conserves de viande.

Cheptel conseille aux fabricants d'adopter le procédé suivant :

— Un lot de 48 boîtes est prélevé sur chaque fabrication dès que le produit est mis en boîte et stérilisé.

— Ces 48 boîtes seront divisées en deux lots de 24 : l'un est réservé aux examens et vérifications ultérieures, l'autre réparti lui-même en deux lots de 12 boîtes, mis à l'étuve à une température de 37° C., pour la première moitié — et de 55° C. pour l'autre.

Six boîtes sont ouvertes au bout de trois jours, six autres au bout de cinq jours. Ainsi effectués, l'épreuve de l'étuvage indique que « les bactéries aérobies provoquant le bombage des boîtes à 37° C. et ne le provoquant pas à 55° C., sont rarement des formes sporogènes thermorésistantes ».

L'origine de la non-stérilité de certaines boîtes peut être recherchée dans une fuite des boîtes.

Par ailleurs, le bombage révèle la présence de spores vivantes de bactéries anaérobies thermophiles. En général, ces thermophiles sont facultatives, en ce sens que le bombage a lieu également à une température de 37° C. Enfin, « la présence de bactéries sulfurogènes se reconnaît à l'odeur d'œufs pourris et au noircissement du produit, ce défaut se manifeste très rapidement — trois jours tout au plus — à 55° C. ; son évolution à 37° C. est beaucoup plus lente ».

Examens

EXAMEN ORGANOLEPTIQUE.

Il faut voir tout d'abord l'aspect extérieur des boîtes. Les

boîtes bombées sont évidemment rejetées ; les boîtes fleches sont douteuses ; les boîtes intactes sont à examiner.

À l'ouverture de la boîte, il faut vérifier qu'il n'y a aucun dégagement de gaz. Dans le cas contraire, on analysera la nature de ces gaz, selon une technique que nous indiquerons plus loin et que nous avons utilisée dans nos recherches.

Il faut examiner l'aspect extérieur de la viande, voir s'il y a une odeur ou une saveur anormale.

Il faut également vérifier l'absence ou la présence de moisissures.

Une viande altérée a souvent un aspect flasque, une teinte grisâtre ou verdâtre ; elle exhale une odeur aigre, butyrique, ammoniacale ou sulfureuse, parfois même putride. La réaction est souvent alcaline, d'où l'intérêt de la mesure du pH.

EXAMEN BACTERIOLOGIQUE.

Nous avons vu plus haut que des altérations graves peuvent être déterminées par un relâchement dans les soins apportés au cours des opérations de fabrication des semi-conserves. Parfois cependant, en dépit de la minutie dont s'est entourée la fabrication, il se présente des boîtes offrant des altérations. Le fabricant a recours alors au laboratoire dont les recherches pourront lui venir en aide. Un examen microbiologique sera effectué sur le produit altéré dans le but de déceler la présence éventuelle des microbes, et de les déterminer.

Tout d'abord, le couvercle de la boîte est lavé, flambé à l'alcool et au Bunsen. Un poinçon fortement chauffé crée un orifice. Cheftel préconise l'emploi d'un entonnoir et d'une cuvette pour se protéger des projections possibles, surtout lorsqu'on a affaire à des boîtes très bombées. Par cet orifice, une pipette stérilisée opère des prélèvements de un cc. environ du produit et l'on fait pour chaque boîte quatreensemencements :

- 2 en bouillon viande-foie pour anaérobies ;
- 2 en bouillon ordinaire pour aérobies.

On porte un tube de chaque sorte à l'étuve à 37° et les autres à l'étuve à 55°. Les tubes sont munis d'un papier imprégné de sous-acétate de plomb afin de déceler le dégagement éventuel d'hydrogène sulfuré.

L'existence de microbes une fois prouvée, on procède à

leur isolement et à leur identification. Il serait fastidieux d'entrer ici dans les détails, les méthodes d'isolement et d'examen des microbes étant largement fournies par les livres techniques.

EXAMEN PHYSIOLOGIQUE.

L'examen bactériologique n'est pas souverain. Il est très utile de le compléter par une épreuve physiologique. Certains germes comme *Clostridium botulinum* agissent par leurs toxines alors même que les cellules microbiennes peuvent être mortes et avoir ainsi disparu. Lorsque les examens directs et les cultures sont restés négatifs, il est par conséquent intéressant de faire des essais sur les animaux de laboratoire, par exemple, sur les souris et les cobayes auxquels on fait ingérer la conserve suspecte, ou auxquels on en injecte un extrait par voie sous-cutanée, voire péritonéale (cas des staphylocoques entérotoxiques).

Description de la flore trouvée

Nous avons étudié la flore des semi-conserves de jambon et d'épaule de porc qui présentaient des altérations, et provenant toutes de fabrication industrielle. Nous avons isolé ces germes et les avons ensuite déterminés, selon les techniques classiques en étiquetant les espèces d'après l'ouvrage de Bergey et ses collaborateurs.

- *Micrococcus candido-citrinus* (nouvelle variété).
- *Streptococcus pyogenes*.
- *Escherichia coli*.
- *Serratia marcesens*.
- *Salmonella cholerae suis*.
- *Bacillus mesentericus vulgatus*.
- *Bacillus subtilis*.
- *Bacillus megatherium*.
- *Bacillus mycoïdes*.
- *Bacillus anthracis*.

Nous ne reviendrons pas sur les caractères bien connus de ces germes. Nous signalerons seulement les particularités qu'ils peuvent présenter ou les aspects nouveaux que nous

avons pu apercevoir. C'est ainsi qu'en ce qui concerne *Bacillus anthracis*, que nous avons isolé d'un lot de conserves, nous avons pu reconnaître les caractères ci-dessous :

1° *Bouillon de cervelle* :

Le milieu est transparent après 24 heures à 37°. Des grumeaux restent en suspension, un précipité floconneux se forme au fond du tube.

2° *Bouillon de fibrine* :

Il se produit des flocons nuageux qui tombent au fond du tube, le milieu devient également transparent.

3° *Blanc d'œuf coagulé* :

Culture identique à celle en bouillon de cervelle.

A ce propos, nous remercions vivement M. Prévot, de l'Institut Pasteur de Paris qui a bien voulu nous fournir les trois milieux précédents, et qui a également réidentifié le *Bacillus anthracis* que nous avons isolé de nos boîtes, et que nous lui avons soumis.

Quant au *Microcoque Candidus* que nous avons appelé, faute de mieux, *Micrococcus Candidus* variété *Citrinus* ou en raccourci *Micrococcus candido-citrinus*, il a été identifié selon le mode de différenciation des micro-coques proposé par M. le Professeur Jacquet. Voici les caractères de ce germe :

Coccus rond de 0,5 à 0,7 micron de diamètre, immobile.

Ils sont groupés en amas et leur nombre varie de 5 à 25 cocci.

Ils ont la forme d'une grappe. Ils prennent le gram et se colorent facilement par les colorants usuels et surtout par le bleu de méthylène.

Bouillon ordinaire : Après 24 heures à 37° C., le bouillon est uniformément trouble, après 48 heures, il y a un dépôt jaunâtre.

Gelose inclinée : Petites colonies rondes jaune-citron brillantes et irisées, diamètre de 1 à 2 mm. environ.

Gélatine inclinée : Colonies jaune citrin, granulées, circulaires.

Gélatine en profondeur : Le milieu ne se liquéfie pas.

Lait tournesolé.

Pas de coagulation même après plusieurs jours d'ensemencement ; le milieu est très légèrement acide ; le tournesol est réduit.

Pomme de terre.

Croissance sur pommes de terre, colonies jaune citrin épaisses et brillantes.

Amidon : Non hydrolysé.

Action du microbe sur les sucres :

Il fermente avec production d'acides plusieurs glucides, tels que le glucose, le lactose, le saccharos et le levulose. Il n'attaque pas la dextrine, la mannite, la dulcite et le glycerol.

Action sur les nitrates :

Il ne les réduit pas en nitrites.

Action sur la gelose au plomb :

Aucun changement n'est constaté sur ce milieu ; par conséquent le *Micrococcus candido-citrinus* ne donne pas d'hydrogène sulfuré.

Action sur l'eau peptonée :

Il ne produit pas d'indole.

Action sur les milieux nutritifs au rouge neutre :

Pas de réduction du colorant.

Action sur l'urée :

Le tableau suivant résume les principaux caractères biochimiques de ce microcoque :

Staphy- lo coa- gulation	Hémo- lyse	Lait tourne- solé après 6 jours	Rouge neutre	Pomme de Terre	Géla- tine	Urée Milieu Fergu- son	Urée comme seule source d'azote	Caséi- nate de chaux après 6 jours	Réduc- tion des nitrates en bouillon nitraté	Utilisa- tion du phos- phate ammo- niaque comme seule source d'azote
—	—	Acidi- fication réduc- tion pas de coagu- lation	—	Pousse jaune citrin	—	—	—	Légère caséi- lyse à peine visible	—	—
Hydro- lyse de l'amidon	Attaque de la Dextrine	Attaque de la glycé- rine	Attaque de manitol	Attaque du glucose 24 h 48 h.	Attaque du Sac- charose	Attaque du Le- vulose	Attaque du Manose	Attaque de la Dulcite	Eau pepto- née	Sous- acétate de Pb
—	—	—	—	— ++	++	+	—	—	— (pas d'indole	— (pas d'hy- drogène sulfuré

De tout ce qui précède, nous déduisons que le *Micrococcus Citrinus* que nous avons trouvé n'est qu'une variété du *Micrococcus candidus* déjà connu des bactériologistes, car il n'y a aucune différence quant à leurs effets sur les mêmes milieux sinon en ce qui concerne leur pigmentation différente (l'un est citrin et l'autre blanc). Pour cela nous l'avons appelé : *Micrococcus candido-citrinus* (1).

D'autre part, nous aimerions classer nos microbes d'une façon simple et un peu différente des autres chercheurs, c'est-à-dire non pas en les séparant en microbes banaux et pathogènes mais en :

1° Microbes déjà trouvés très fréquemment dans la semi-conserve tel que *Streptococcus pyogènes*, *Escheridia coli*, *Serratia marcescens*, *Salmonella cholerae suis*, *Bacillus mesentericus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus magatherium* et *Bacillus mycoïdes*;

2° Microbes que nous aurons été le premier à découvrir dans la semi-conserve tel que : *Micrococcus candido citrinus* et *Bacillus anthracis* (*Bactéridie charbonneuse*). La présence de ce dernier germe pose un problème très curieux du point de vue microbiologique. Ici des questions se présentent, telles que : D'où vient cette bactéridie ? Pourquoi se trouve-t-elle dans les conserves ?

Rappelons tout d'abord, avant de répondre successivement à ces questions que nous avons trouvé ce germe dans six boîtes de semi-conserves venant d'une seule usine et d'une même fabrication.

Personne n'ignore que la présence de *Bacillus anthracis* est très rare chez les porcs, contrairement aux autres animaux, surtout les moutons.

Sa présence dans les boîtes de conserves peut s'expliquer ainsi : Nous savons que ce germe résiste à la chaleur à cause de ses spores et que les boîtes déjà contaminées par ce germe n'ont pu être purifiées par la stérilisation modérée de la semi-conserve.

Il nous reste à éclaircir pourquoi ce germe se trouve

(1) On sait très bien que certains caractères des microcoques sont instables et, notamment, leur pigmentation.

dans les grandes boîtes de jambon format mandoline et non dans les petites comme les boîtes épaule format cylindrique. Ici on peut expliquer cela de deux façons :

1° Le germe se localise dans le jambon, théorie analogue à celle de Legroux et Mme Jeramec qui disent que *Clostridium botulinum* se localise souvent dans les jambons de porc.

2° La viande venant d'un animal qui contenait le bactérie a contaminé d'autres viandes lors des premières manipulations sur les tables de travail, et à la stérilisation, les germes des petites boîtes sont tués, tandis que ceux des grandes boîtes ont résisté au chauffage.

Nous croyons tout simplement, que cette deuxième explication est plus exacte, surtout quand on sait que dans les usines de conserves, on rassemble les jambons en amas, en attendant le désossage puis leur mise en boîtes.

Enfin, il serait utile de placer une remarque. Au cours de nos recherches, nous n'avons pu déceler la présence de *Clostridium botulinum* l'agent du botulisme, ce qui confirme, la rareté relative de cette intoxication tout au moins en France.

Nous terminerons ce chapitre en signalant que nos recherches ont eu lieu sur 216 boîtes de semi-conserves bombées (épaule et jambon). Sur ces 216 boîtes, nous avons trouvé 178 boîtes biochimiquement bombées, ce qui donne un pourcentage de 82 %. Le reste, c'est-à-dire 18 % des boîtes, est bombé mécaniquement ou chimiquement.

Le tableau suivant résume nos constatations :

TABLEAU I

Statistique de la flore microbienne des semi-conserves de porc.

NOM DE MICROBES	Nombre de fois trouvé	Pourcen- tage
<i>Micrococcus candido citrinus</i>	24	11
<i>Streptococcus pyogè- nes</i>	9	4
<i>Escherichia coli</i>	23	11
<i>Serratia marcescens</i> ..	8	4
<i>Salmonella cholerae suis</i>	12	5
<i>Bacillus mesentericus</i> .	49	22
<i>Bacillus subtilis</i>	60	27
<i>Bacillus megatherium</i> .	13	6
<i>Bacillus mycoïdes</i>	15	7
<i>Bacillus anthracis</i>	6	3

Nous signalons ici également que *Bacillus anthracis* a été trouvé seulement sur un même lot de semi-conserves provenant d'une seule fabrication d'une même usine.

Dans beaucoup des cas, nous avons trouvé deux sortes de microbes, le *Bacillus subtilis* ou le *Bacillus mesentericus* étaient présents. Sur 49 cas en tout, où nous avons relevé la présence de *Bacillus mesentericus*, il était accompagné 16 fois d'autres bactéries. Le tableau suivant rassemble ces résultats :

TABLEAU II

Association de *Bacillus mesentericus* avec d'autres bactéries dans les semi-conserves de porc altérées.

NOM DE MICROBES	Nombre de fois trouvé	Pourcen- tage
<i>B. mesentericus</i>		
+ <i>Micrococcus candi- do-citrinus</i>	2	12,5
+ <i>Streptococcus pyo- genes</i>	1	6,25
+ <i>Escherichia coli</i> ...	2	12,5
+ <i>Serratia marcencens</i>	1	6,25
+ <i>Salmonella cholerae suis</i>	2	12,5
+ <i>B. subtilis</i>	8	50

Sur 60 fois où nous avons trouvé le *Bacillus subtilis*, il était 24 fois accompagné par une autre variété de germe.

Le tableau suivant permet de s'en rendre compte :

TABLEAU III

Association de *Bacillus subtilis* avec d'autres bactéries dans les semi-conserves de porc altérées.

NOM DE MICROBES	Nombre de fois trouvé	Pourcentage
<i>B. subtilis</i>		
+ <i>Micrococcus candido-citrinus</i>	4	16
+ <i>Streptococcus pyogenes</i>	2	8
+ <i>Serratia marcescens</i>	2	8
+ <i>Salmonella cholerae suis</i>	6	24
+ <i>Bacillus mesentericus</i>	8	33
+ <i>Bacillus anthracis</i> .	2	8

Nous avons d'autre part établi une statistique des germes trouvés d'après les formats des boîtes. Nous avons dit plus haut que nos recherches avaient été effectuées sur 216 boîtes de semi-conserve (épaule et jambon). Le nombre des boîtes de chaque sorte est le suivant :

Une demi-épaule format cylindrique : 139 boîtes.

Jambon format mandoline : 77 boîtes.

Nous avons trouvé sur 139 boîtes d'épaule 116 boîtes bombées biochimiquement et sur 77 boîtes de jambon, 62 boîtes, ce qui donne les pourcentages suivants : 83 et 80.

La statistique ainsi que le pourcentage des microbes rencontrés dans chaque format sont présentés dans les tableaux suivants :

TABLEAU IV

Statistiques des germes rencontrés dans les boîtes épau-
format cylindrique 1/2

NOM DU MICROBE	Nombre de fois trouvé	Pour- centage
<i>Micrococcus candido citrinus</i>	14	12
<i>Streptococcus pyogè- nes</i>	7	6
<i>Escherichia coli</i>	10	8 - 9
<i>Serratia marcescens</i> ..	3	3
<i>Salmonella cholerae suis</i>	5	4
<i>Bacillus mesentericus</i> .	31	26
<i>Bacillus subtilis</i>	37	31
<i>Bacillus megatherium</i> .	8	7
<i>Bacillus mycoïdes</i>	12	10
<i>Bacillus anthracis</i>	0	0

Dans les 62 boîtes de jambon format mandoline, il y a :

TABLEAU V

Statistique des germes rencontrés dans les boîtes
format mandoline

NOM DE MICROBES	Nombre de fois trouvé	Pourcen- tage
<i>Micrococcus candido - citrinus</i>	10	16
<i>Streptococcus pyogè- nes</i>	2	3
<i>Escherichia coli</i>	13	20
<i>Serratia marcescens</i> ..	5	8
<i>Salmonella cholerae suis</i>	7	11
<i>Bacillus mesentericus</i> .	18	28
<i>Bacillus subtilis</i>	23	38
<i>Bacillus megatherium</i> .	5	8
<i>Bacillus mycoïdes</i>	3	5
<i>Bacillus anthracis</i>	6	9

*Gaz. pH. azote basique volatil total, azote aminé
et azote ammoniacal.*

Nous avons fait l'analyse des gaz des semi-conserves pour caractériser et pour suivre les altérations provoquées par les germes microbiens qui ont pu résister au chauffage.

A titre expérimental, nous avons préparé des semi-conserves dans des bouteilles d'un litre. Dans ces bouteilles, nous avons mis une quantité connue de viande de porc hachée. Nous avons bouché ces bouteilles à l'aide d'un bouchon de caoutchouc auquel était adapté un tube bouché par un tampon de coton stérile. On stérilise la bouteille remplie de viande comme dans l'industrie, par immersion dans l'eau chaude (90°) pendant une heure et demie à deux heures. Ensuite on ensemence, à titre expérimental, chaque bouteille d'une quantité connue de culture dont on a préalablement déterminé le nombre des germes par cm³ par la méthode classique des dilutions et ensemencements sur boîtes de Petri.

On fait, en outre, le vide pour les microbes anaérobies. On scelle aussitôt. Pour les microbes aérobies, on laisse l'air à l'intérieur et on bouche simplement le flacon.

Après 24 heures, 48 heures, 4 jours, 8 jours, 15 jours et 30 jours de conservation à la température ordinaire du laboratoire, nous avons analysé les gaz de chaque bouteille par la méthode décrite par le Colonel Guillot à l'aide de l'appareil Vignon (1). Cette expérience a été faite pour différentes concentrations de chaque germe.

D'autre part, nous avons mesuré le pH du liquide de la viande tous les 8 jours, 15 jours et 30 jours, par le (pH) mètre électrique Jouan. Nous avons dosé l'azote basique volatil total par l'appareil de Van Slyke, légèrement modifié par L. Blanchard et J. Pantaléon.

Nous avons également étudié l'azote aminé par la méthode de Soerensen et, enfin, l'azote ammoniacal par la méthode de Foremann.

Avant de citer nos résultats nous aimerions rappeler que :

1° La valeur du pH de la viande de porc qui nous a servi pour nos expériences était toujours 5,95. La mesure a été

(1) Voir contrôle Bactériologique Pratique des denrées Alimentaires d'origine animale, par Armand Nevot, page 227-233.

effectuée sur le jus par la méthode préconisée par le Professeur Drieux.

2° La proportion des formes de l'azote de la viande préparée en semi-conserves ayant servi aussi pour nos recherches et restées stériles, c'est-à-dire sans altération microbienne s'est montrée la suivante :

Azote basique volatil total par 100 g.	Azote animé par 100 gr.	Azote ammoniacal par 100 g.
22 mg.	5,1 mg.	15,97 mg.

Cette proportion reste constante, quelque soit le temps écoulé depuis la préparation de la semi-conserve s'il n'y a pas de souillure microbienne dans la viande.

3° Les bouteilles de semi-conserves stériles non ensemençées par des germes n'ont pas permis de déceler la présence de gaz même après un mois de conservation, c'est-à-dire que la composition des gaz qui seront produits par les diverses bactéries que nous avons étudiées pourra être caractéristique de chacune d'elles.

Avant d'aborder la mesure du gaz, nous aimerions signaler que le *Micrococcus Candido-Citrinus* que nous avons isolé, est un germe non pathogène. Or, Nevot, Brevot, Pantaléon et Rosset ont décrit récemment toute une série d'intoxications alimentaires d'hommes et d'enfants par les Staphylocoques (ou *microccus pyogenes* des Américains). D'autre part Buttiaux et ses collaborateurs signalent plusieurs cas d'intoxication, dont un mortel, chez les nourrissons ayant ingéré des laits concentrés sucrés dans lesquels des Staphylocoques pathogènes purs ont été isolés.

Ces staphylocoques pathogènes par la voie buccale ont la propriété de sécréter une entérotoxine qui passe à travers l'intestin et que l'on peut mettre en évidence par l'épreuve du « Kitten test ».

Désirant comparer un Staphylocoque entérotoxique déjà isolé d'une conserve altérée, au microcoque que nous avons trouvé au cours de nos recherches, nous avons demandé à M. Buttiaux de l'Institut Pasteur de Lille une souche qu'il a bien voulu nous envoyer. Nous exprimons à ce savant nos sincères remerciements.

Les résultats ci-après montrent la différence existant entre les deux espèces de *Micrococcus* :

Du point de vue des gaz, notre *Microccus candido citrinus* donne un rapport $\text{CO}_2/\text{H}^2\text{O}$ supérieur à 4, tandis que celui de M. Buttiaux ne donne qu'une relation de 1,4.

Quant au pH, l'azote basique volatil total, l'azote aminé et l'azote ammoniacal, il n'y a pas de grande différence entre les deux germes.

Les tableaux suivants expriment nos résultats :

Essais avec MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS

Ensemencement de 500 gr. de semi-conserves par 3.600.000 germes

TEMPS	CO ₂ (1)	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	50,5	12	12	46	120,5
48 h.	35,5	10,5	10	45	101
4 jours	43	16	11	49	119
8 jours	58	14,5	23	48	143,5
15 jours	69	12,5	10	46,5	138
30 jours	72	15	13	50,5	150,5
Total de chaque gaz	28	80,5	79	285	720,5

(1) Pour la mesure des gaz, les résultats sont exprimés en centimètres cubes dans tous les tableaux de ce travail.

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 328/79 = 4,11$$

TEMPS	VIANDE	JUS		
	N.B.V.T. (2) par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	32,8 mg	6,32	11,6 mg	27,25 mg
15 jours	45,9 »	6,39	12,2 »	41,72 »
30 jours	54,4 »	6,76	12,2 »	43,38 »

(2) Azote basique volatil total.

Essais avec MICROCOCCUS CANDIDUS CITRINUS

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserves par 2.400.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	2,7	18	7	60,5	112,5
48 h.	32,5	13	6	51	102,5
4 jours	19	14,5	9	55	97,5
8 jours	17,5	16	9,5	56	99
15 jours	24,5	12,5	8	48	93
30 jours	11,5	20	8,5	64,5	104,5
Total de chaque gaz	132	94	49	335	609

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 132/48 = 2,7$$

TEMPS	VIANDE	JUS		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	28,9 mg	6,32	6,8 mg	23,45 mg
15 jours	35,7 »	6,49	10,2 »	24,04 »
30 jours	51 »	6,68	17 »	32,17 »

MICROCOCCUS PYOGENES (entérot toxique)

Souche fournie par M. Buttiaux, de l'Institut Pasteur de Lille,
déjà trouvée dans une conserve, N° de la souche 49.735
Essais sur 500 gr. de semi-conserveensemencée par 2.500.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
8 jours	32	2	24	6	64
15 jours	43	3,5	30,5	7,5	84,5
Total de chaque gaz	75	5,5	54,5	13,5	148,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 75/54,5 = 1,4$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	29,6 mg	6,53	7,2 mg	21,6 mg
15 jours	41,2 »	6,58	7,9 »	30,8 »

Autres essais effectués avec MICROCOCCUS PYOGENES (souche Buttiaux)

300 gr. de semi-conserveensemencée par 2.000.000 de germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
8 jours	28	3	21	9	61
15 jours	37	2,5	30,5	7	77
Total de chaque gaz	65	5,5	51,5	16	138

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 65/51,5 = 1,2$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	28,2 mg	6,51	6,3 mg	20,6 mg
15 jours	35,7 »	6,57	7,2 »	28,4 »

Essais avec **STREPTOCOCCUS PYOGENES**

Ensemencement de 500 gr. de semi-conserve par 2.400.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	32	0,5	14	8	54,5
48 h.	36	1,5	12	10	59,5
4 jours	46	0,5	11	8	65,5
8 jours	74	4,5	15	12	105,5
15 jours	89	0,5	18,5	11	119
30 jours	35	1,5	7,5	13	57
Total de chaque gaz	312	9	78	62	461

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 312/62 = 5$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N.ammoniacal par 100 g.
8 jours	27 m8.	6,16	5,1 mg.	21,94 mg.
15 jours	34,85	6,47	11,6	26,45
30 jours	50,15	6,58	10,2	41,72

Essais avec **STREPTOCOCCUS PYOGENES**

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserve par 4.400.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	36	1	14,5	7	58,5
48 h.	26	0,5	14	11	51,5
4 jours	44,5	0,5	7,5	7	59,5
8 jours	41,5	1	21	11	74,5
15 jours	74,5	0,5	11	12,5	98,5
30 jours	54,5	0,5	11	18,5	84,5
Total de chaque gaz	277	4	79	67	427

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 277/76 = 3,5$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N ammoniacal par 100 g.
8 jours	27,2 mg.	6,29	5,1 mg.	25,97 mg.
15 jours	39	5,57	10,2	28,24
30 jours	47,65	6,62	15,3	36,72

Essais avec **ESCHERICHIA COLI**

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserve par 4.000.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	16	0,5	6	5	27,5
48 h.	25	1	15	8,5	49,5
4 jours	27	1	17	7	52
8 jours	14	0,5	7	7,5	29
15 jours	22,5	1	17	9	49,5
30 jours	24	0,5	18,5	8	51
Total de chaque gaz	128,5	4,5	80,5	45	258,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 128,5/80,5 = 1,6$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	29,5 mg	6,25	6,25 mg	23,89 mg
15 jours	39,1 »	6,56	8,5 »	31,89 »
30 jours	55,7 »	6,78	18,7 »	32,22 »

Essais avec **ESCHERICHIA COLI**

Ensemencement de 500 gr. de semi-conserve par 6.100.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	22	1	7	4	34
48 h.	27	1,5	15	6,5	50
4 jours	24	1,5	14,5	5,5	45,5
8 jours	30	1,5	31	5	67,5
15 jours	43	1,5	23	5,5	73
30 jours	68	2	35,5	11	116,5
Total de chaque gaz	214	9	126	37,5	386,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 214/126 = 1,6$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	22,9 mg	6,28	4,08 mg	15,23 mg
15 jours	62,9 »	6,64	10,2 »	45,99 »
30 jours	88,8 »	6,87	9,35 »	87,06 »

Essais de SERRATIA MARCESCENS

Ensemencement de 500 gr. de viande par 11.760.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	7	0,5	3,5	2	13
48 h.	6	0,5	2,5	2	11
4 jours	16	1	6	3	26
8 jours	11	0,5	5	3,5	20
15 jours	14	1	8	5,5	28,5
30 jours	7	1	7	5,5	18,5
Total de chaque gaz	61	4,5	32	19,5	117

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 61/32 = 1,9$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N-ammoniacal par 100 g.
8 iours	28,91 mg.	6,18	6,32 mg.	19,47 mg.
15 jours	51,85	6,36	10,56	37,06
30 jours	58,65	6,64	11,9	40,78

Essais de SERRATIA MARCESCENS

Ensemencement de 300 gr. de semi-consERVE par 3.600.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	3	0,5	6	1,5	11
48 h.	4	0,5	5	2	11,5
4 jours	3,5	0,5	6	3,5	13,5
8 jours	9,5	1	5	1	16,5
15 jours	8,5	0,5	7	3,5	19,5
30 jours	5,5	0,5	4	1	11
Total de chaque gaz	34	3,5	33	12,5	83

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 34/33 = 1$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N-ammoniacal par 100 g.
8 jours	29,5 mg.	6,14	4,25 mg.	23,89 mg.
15 jours	39,1	6,32	8,55	31,89
30 jours	55,7	6,59	18,7	32,22

Essais avec **SALMONELLA CHOLERAЕ** SUIIS

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserve par 3.300.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	31	1	13	9	54
48 h.	21	0,5	16	10	47,5
4 jours	22,5	1	9	9	41,5
8 jours	22	0,5	13	12,5	4,8
15 jours	10,5	1,5	16,5	15,5	64
30 jours	36	1,5	14,5	19,5	71,5
Total de chaque gaz	163	6	82	75,5	326,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 163/82 = 2$$

TEMPS	VIANDE	JUS		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	51 mg	6,29	10,37 mg	40,556 mg
15 jours	57,8 »	6,48	11,05 »	45,14 »
30 jours	66,3 »	6,69	18,7 »	48 »

Essais avec **SALMONELLA CHOLERAЕ** SUIIS

Ensemencement de 500 gr. de semi-conserve par 4.840.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	33	0,5	17	8	58,5
48 h.	16	0,5	9	7	32,5
4 jours	19	1	14	7	41
8 jours	24	1	24	7,5	56,5
15 jours	32	1,5	17	9	59,5
30 jours	71	1,5	25	11	108,5
Total de chaque gaz	195	6	106	49,5	356,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 195/106 = 1,6$$

TEMPS	VIANDE	JUS		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	50,35 mg	6,38	10,2 mg	41,07 mg
15 jours	79,05 »	6,59	10,54 »	49,16 »
30 jours	90,1 »	6,76	17 »	74,14 »

Essais avec BACILLUS MESENTERICUS

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserve par 6.800.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	58	34	21	103	216
48 h.	43	28	17	121	209
4 jours	21	27	14,5	82	144,5
8 jours	44	7,5	19,5	56,5	127,5
15 jours	18	13	21,5	53,5	106
30 jours	34	19	10,5	91,5	155
Total de chaque gaz	218	128,5	104	507,5	958

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 218/104 = 2,03$$

TEMPS	VIANDE	JUS		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N.ammoniacal par 100 g.
8 jours	51 m8.	6,26	17 mg	30,41 mg.
15 jours	60,35	6,55	18,7	37,49
30 jours	66,3	6,66	20,4	40,1

Essais avec BACILLUS MESENTERICUS

Ensemencement de 500 gr. de viande par 3.200.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	52	33	18	96	199
48 h.	42	19	12,5	114	187,5
4 jours	42	16	23,5	84	165,5
8 jours	29	21	22	70	142
15 jours	34	13	17	53	117
30 jours	19	25	15,5	71	130,5
Total de chaque gaz	218	127	108,5	488	931,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 218/108,5 = 5$$

TEMPS	VIANDE	JUS		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N.ammoniacal par 100 g.
8 jours	38,25 mg.	6,39	15,3 mg.	23,164 mg.
15 jours	57,8	5,58	13,6	39,43
30 jours	64,6	6,64	11,9	61,856

Essais avec BACILLUS SUBTILIS

Ensemencement de 500 gr. de viande par 10 cc. de culture
contenant 3.040.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	58	0,5	14	6	78,5
48 h.	28	1	12	5,5	47,5
4 jours	38	0,5	13	6,5	58
8 jours	58	1	17	8,5	84,5
15 jours	28	0,5	12	11,5	106
30 jours	52	1	14	18	81
Total de chaque gaz	316	4,5	82	56	454

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 316/82 = 3,8$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	34 mg	6,29	11,6 mg	26,45 mg
15 jours	46,75 »	6,38	11,9 »	49,08 »
30 jours	63,45 »	6,57	13,6 »	63,66 »

Essais avec BACILLUS SUBTILIS

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserve par 6.000.000 de germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	23	0,5	8	4,5	36
48 h.	14	0,5	6	4	24,5
4 jours	11,5	1	13	5,5	31
8 jours	14	1,5	15	8,5	39
15 jours	39,5	1	19,5	7	67
30 jours	28,5	0,5	13,5	8,5	51
Total de chaque gaz	129,5	5	76	38	248,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 129,5/76 = 1,7$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	42,5 mg	6,38	13,6 mg	26,79 mg
15 jours	52,7 »	6,54	17 »	32,17 »
30 jours	62,5 »	6,67	17,85 »	40,1 »

Essais avec BACILLUS MEGATHERIUM

Ensemencement de 500 gr. de semi-conserve par 2.700.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	28	8	10,5	34	80,5
48 h.	19	3,5	11,5	42	82
4 jours	35,5	16,5	12	33,5	397,5
8 jours	30	15	12	93,5	160,5
15 jours	19,5	15	13	83	130,5
30 jours	53,5	24	22	59	158,5
Total de chaque gaz	185,5	98	81	344	709,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 185,5/81 = 2,03$$

TEMPS	VIANDE	JUS		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N-ammoniacal par 100 g.
8 jours	38,20 mg.	6,28	11,6 mg	27,25 mg.
15 jours	83,30	6,56	20,74	68,82
30 jours	90,95	6,72	21,08	71,19

Essais avec BACILLUS MEGATHERIUM

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserve par 8.000.000 de germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	30	8,5	13	25	76,5
48 h.	16	6,5	13	36	71,5
4 jours	19,5	10,5	11,5	42	82,5
8 jours	26	11	19,5	24	70,5
15 jours	21,5	9	11	52	92,5
30 jours	14	12	10,5	45,5	82
Total de chaque gaz	127	57,5	69,5	224,5	476,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 127/68,5 = 1,8$$

TEMPS	VIANDE	JUS		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N ammoniacal par 100 g.
8 jours	52,7 mg.	6,23	13,6 mg.	47,83 mg.
15 jours	65,45	6,59	18,7	49,37
30 jours	74,8	6,77	20,4	51,6

Essais avec BACILLUS MYCOIDES

Ensemencement de 500 gr. de semi-conserve par 4.800.000 germes

TEMPS	CO ₂ (1)	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	43	12,5	12,5	46,5	114,5
48 h.	35	8,5	10,5	35,5	89,5
4 jours	27	12	11	58	108
8 jours	31	18	24	58	131
15 jours	46	15	16	24	101
30 jours	112	22,5	23	130	287,5
Total de chaque gaz	294	88,5	97	352	831,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 294/97 = 3$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. (2) par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	88,4 mg	6,38	30,6 mg	59,16 mg
15 jours	102 »	6,66	21,08 »	79,55 »
30 jours	113,9 »	6,78	25,5 »	88,64 »

Essais avec BACILLUS MYCOIDES

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserve par 1.200.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	20	13	10	50,5	93,5
48 h.	23	12	12,5	30,5	78
4 jours	23,5	7	8,5	51	90
8 jours	32,5	9	11	26	78,5
15 jours	25	11	14	48,5	98,5
30 jours	13	14,5	27,5	95	150
Total de chaque gaz	137	66,5	83,5	301,5	588,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 137/83,5 = 1,6$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N. Amoniacal par 100 g.
8 jours	47,6 mg	6,24	17 mg	40,95 mg
15 jours	66,3 »	6,58	18,1 »	56,81 »
30 jours	78,2 »	6,64	21,25 »	55,14 »

Essais avec BACILLUS ANTHRACIS

Ensemencement de 500 gr. de semi-conserve par 6.400.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	25	10	13	44,5	92,5
48 h.	14	15	11	62,5	102,5
4 jours	10,5	20	7	75	132,5
8 jours	12,5	21	15	65	113,5
15 jours	31	25	18	134	208
30 jours	13	26	12	98	149
Total de chaque gaz	106	117	76	479	678

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 106,76 = 1,4$$

TEMPS	VIANDE	Jus		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N-ammoniacal par 100 g.
8 jours	62,9 mg.	6,38	22,1 mg	39,36 mg.
15 jours	88,4	6,44	30,6	59,31
30 jours	96,05	6,72	31,08	79,55

Essais avec BACILLUS ANTHRACIS

Ensemencement de 300 gr. de semi-conserve par 2.400.000 germes

TEMPS	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	En tout
24 h.	10,5	12	12	48,5	83
48 h.	12	11	11,5	47,5	82
4 jours	17	13	11,5	26	67,5
8 jours	21	12,5	15	79	127,5
15 jours	14,5	15	16,5	31,5	77,5
30 jours	17	14,5	13	79,5	124
Total de chaque gaz	92	78	79,5	312	561,5

$$\text{CO}_2/\text{H}_2 = 92/79,5 = 1,1$$

TEMPS	VIANDE	Jus .		
	N.B.V.T. par 100 g.	pH du Milieu	N. aminé par 100 g.	N ammoniacal par 100 g.
8 jours	32,3 mg.	6,23	4,25 mg.	27,198 mg.
15 jours	37,4	6,56	5,1	29,14
30 jours	46,75	6,79	7,7	39,14

On admet que le rapport $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ donne généralement une excellente idée de la nature du bombage. Quand ce rapport est grand ou tout au moins supérieur à 1, cela signifie que le bombage est dû à l'activité de microbes ayant une forte action protéolytique.

Il est égal à l'unité dans le cas des microbes agissant sur les glucides et, enfin, il est inférieur à l'unité et de l'ordre de 1/40 quand il s'agit de bombage physico-chimique. Ces derniers bombages, en effet, ne libèrent que des traces infimes de gaz carbonique.

Il est très intéressant de déterminer rapidement la nature d'un bombage en procédant à l'analyse des gaz contenus dans les boîtes de conserve, puis de voir si le rapport $\text{CO}_2/\text{F}_2\text{O}$ est supérieur ou inférieur ou égal à un, comme nous venons de la faire dans nos recherches.

En pratique, on ne dose que l'anhydrique carbonique, l'oxygène et l'azote. L'hydrogène sulfuré peut être décelé par son odeur caractéristique et par la réaction sur le papier à l'acétate de plomb. A ce propos nous n'avons trouvé d'hydrogène sulfuré que dans le cas de *Serratia marcescens*, et encore y était-il en très faible quantité. D'autre part, il ressort de nos recherches qui précèdent qu'il n'y a pas une grande différence au point de vue du rapport $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ d'un germe à l'autre. Dans presque tous les cas ce rapport oscillait entre 1 et 3, sauf dans le cas de *Micrococcus candido-citrinus* où il est de 4,11 et dans le cas de *Streptococcus pyogènes* où il reste de 5.

Nous avons remarqué aussi, que la quantité de gaz donnée par quelques microbes dans une expérience a été inférieure à la quantité donnée par la même espèce de germes dans une autre expérience, bien que la concentration des germes soit plus forte. Exemples :

1° Dans le cas de *Bacillus megatherium* où la boîte étaitensemencée par 1.700.000 germes, la quantité de gaz est de 709,5 cm³ tandis que dans une autre expérience où la boîte étaitensemencée par 8.000.000 de mêmes germes, la quantité de gaz était inférieure ;

2° Dans le cas du *Streptococcus pyogènes* où l'ensemencement des germes est de l'ordre de 1.400.000, la somme des gaz donnée après 30 jours est de 427 cc, tandis que dans le cas où le nombre de germes est de 2.400.000, la somme des

gaz est supérieure au premier cas. Elle est de l'ordre de 461 cc.

Cette différence est due, à notre avis, aux variations de température, étant donné que nos expériences ont eu lieu à la température ordinaire du laboratoire et que la première expérience a été faite en août et la deuxième en septembre. La température de conservation des semi-conserves riches en microbes a donc une importance plus grande que le nombre de germes au départ en ce qui concerne la production des gaz, et par conséquent l'apparition du bombage. En ce qui concerne la mesure de pH, rappelons d'abord les théories des différents auteurs.

Blanchard, Nevot, Pantaléon et Poisson disent que « La détermination du pH 24 heures après l'abatage donne en ce qui concerne la viande de bovins adultes la même valeur : 5,6 - 5,8 qu'il s'agisse d'animaux normaux, fiévreux, maigres, œdémateux ou abattus d'urgence, et quel que soit le résultat de l'examen bactériologique.

Seul le pH de la viande surmenée est plus élevé : toujours supérieur à 6,2 il peut atteindre 6,9, même quand la viande s'est montrée stérile. Cette détermination unique n'apporte donc pratiquement aucun renseignement sur l'état sanitaire d'une viande. »

Par contre, le Professeur Brieux tire trois indications après une longue étude sur la mesure du pH, les voici :

1° Les viandes cadavériques ou les viandes provenant d'animaux pour lesquels l'émission sanguine a été insuffisante, présentent, 24 heures après l'abattage, un pH élevé, généralement égal ou supérieur à 6,2.

2° Lorsque 24 heures après l'abattage, une viande saigneuse, septicémique ou surmenée, dénote un pH supérieur à 6,2, il est des plus vraisemblable qu'elle provient d'un animal sacrifié d'urgence en état de maladie. Il en est de même si la viande du type fiévreux accuse un pH inférieur à 5,5.

3° Lorsqu'une viande, provenant d'un animal sacrifié d'urgence, fournit un pH minimum égal ou supérieur à 6,2, il y a lieu de suspecter l'envahissement du muscle *ante-mortem* ou *post-mortem* par des germes microbiens et de recourir au besoin à l'examen bactériologique avant de décider de la conduite à tenir.

Ingram conclut après une étude sur ce sujet que

la chair musculaire des pores fatigués avant l'abattage a un pH élevé et une résistance électrique augmentée. De même il ajoute que l'augmentation de pH dû à la fatigue est du même ordre de grandeur que celle qui permet la pullulation des bactéries. Cependant, nous n'apportons pas d'éléments nouveaux en ce qui concerne la valeur du pH pour l'appréciation de la viande fraîchement abattue.

En ce qui concerne nos expériences sur ce facteur, il ressort de nos mesures que la viande stérile a une valeur de 5,95 et cette valeur reste la même dans la semi-conserve tant que la viande est stérile. L'ensemencement d'une boîte de conserve (de pH 5,95) élève généralement le pH vers 7. Par exemple, dans le cas de *Micrococcus candido-citrinus* il monte à 6,76 ; dans celui du *Bacillus megatherium*, à 6,77 ; dans celui du *Bacillus mycoïdes* à 6,78 ; dans celui de *Bacillus anthracis* à 6,79, et dans le cas d'*Escherichia coli* à 6,87. Nous ne sommes jamais arrivés à un pH 7.

Enfin, il nous reste à parler de nos résultats obtenus au point de vue des mesures des formes de l'azote. Elles fournissent des indications valables sur l'état de fraîcheur de la viande mise en conserve, comme notre travail le montre après celui de Blanchard, Nevot et Pantaléon, à ce sujet.

De plus, nous avons remarqué que lorsque l'azote basique volatil total augmente, l'azote aminé et l'azote ammoniacal augmentent également. Nous avons toujours trouvé que la dose de l'azote ammoniacal est supérieure à celle de l'azote aminé, ce qui montre que les germes étudiés poussent rapidement et très loin la protéolyse.

Beaucoup de microorganismes donnent une valeur de 100 mmg d'azote basique volatil total, tandis que le *Bacillus mycoïdes* donne la valeur de 113,9 mmg par 100 gr. de produit. D'autre part, nous avons remarqué que le rapport

$$\frac{\text{N. aminé}}{\text{N. ammoniacal}}$$
 n'est pas constant, ce qui tient, à notre avis, au changement de la température qui favorise ou défavorise la dégradation de la molécule protéique.

Enfin, on peut dire que la mesure de l'azote sous ses trois formes : azote basique volatil total, azote aminé et azote ammoniacal est extrêmement précieuse pour mettre en évidence les altérations d'origine microbienne des semi-conserves en boîte.

CHAPITRE IV

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES

Il est de la plus grande nécessité d'étudier la température mortelle des microorganismes que l'on rencontre dans la semi-conserve, puisque sans aucun doute l'industrie de cette denrée ne saurait avoir un plein développement que du jour où l'on aura déterminé avec précision la résistance thermique des bactéries qui existent dans les produits alimentaires commerciaux. La solution de ce problème amènerait aussi bien un développement considérable de la fabrication de la semi-conserve qu'une amélioration notable quant à la qualité du produit obtenu grâce à la connaissance de la résistance thermique des bactéries.

Nous avons pensé étudier la durée de chauffage mortelle pour des bactéries soumises à des températures modérées compatibles avec les techniques de fabrication de la semi-conserve, car n'oublions pas que, d'une part, il faut stériliser pour tuer les germes microbiens et, d'autre part, ne pas dépasser 102-103° pour ne pas changer les propriétés chimiques, nutritives et organoleptiques des constituants de la semi-conserve. N'oublions pas non plus que l'étude de la température mortelle équivaut à l'étude de la stérilisation. Et que l'une dépend de l'autre.

Les facteurs intéressant le problème de la température

mortelle des bactéries dans les conserves sont, pour une température donnée :

- le temps, le volume des boîtes, la nature, la concentration et l'âge des germes et des spores microbiennes, le pH du milieu...

Nous avons eu l'occasion, lors de l'étude de la stérilisation, d'indiquer ces facteurs. Nous entreprendrons de les étudier ici avec plus de détails.

1° LE TEMPS.

Il a une grande influence sur la température mortelle.

Toute détermination précise de ce facteur amène une stérilisation certaine, car, si nous savons que la bactérie X a été tuée à une température T, nous devons également savoir pendant combien de temps cette bactérie a été soumise à cette température. Citons ici un exemple d'un auteur qui néglige ce facteur, M. Ragetly dans sa thèse page 25, dit que : « Les *Salmonella* sont dangereuses ; on les retrouve à l'origine de presque toutes les intoxications alimentaires. Elles sont détruites à des températures inférieures à + 100°, mais leurs toxines sont thermorésistantes et peuvent, dans certains cas, subir des températures voisines de 110° sans être affaiblies. » En d'autres termes, l'auteur devrait dire : « Les microbes et la toxine résistent à X° pendant T secondes. »

2° VOLUME DES BOITES.

Il est évident que des germes se trouvant au centre des boîtes subissent une chaleur plus faible que les germes se trouvant près des parois. C'est pourquoi il est nécessaire de connaître la température mortelle en fonction du volume des boîtes en faisant des essais sur plusieurs boîtes de différents volumes et contenant le même produit et la même espèce de germes, ce qui amènerait à des précisions sur l'influence de la température.

Des études faites dans ce sens n'ont malheureusement pas donné de résultats précis. On sait tout juste, par exemple, que pour les boîtes cylindriques dont la hauteur est supérieure au diamètre, le temps nécessaire pour que la chaleur atteigne le centre des boîtes est sensiblement proportionnel au carré du rayon. Cet adverbe montre que cette règle n'est pas précise. En réalité, chaque usine a ses procédés de stérilisation pour chaque format de boîtes comme elle a sa durée.

et sa température de chauffage. Il n'y a pas de règle générale et pas de procédé précis. Nous avons utilisé des boîtes de pâte de porc qui avaient la composition suivante :

- 31 % d'eau,
- 69 % d'extrait sec dont :
 - lipides 43 %,
 - protides 19 %,
 - Extractif non azoté (glucides) 2 %,
 - et cendres 5 %.

Nous avonsensemencé pour chaque microbe trois boîtes de pâte de pur porc dont nous venons de citer la composition, par la même quantité de culture, l'une pour la recherche du temps nécessaire pour la destruction des germes à 90°, l'autre à 100° et la troisième pour la numération des germes. Nous avons porté ces trois boîtes à l'étuve à 37°. Au bout de 18 heures, nous avons fait la numération des germes qui peuvent exister dans chaque gr. de produit en prélevant une quantité à peu près d'un gr. et en la pesant dans une capsule stérile. Cette manipulation doit se faire rapidement. Cette quantité de pâte est ajoutée à un tube de 9 cc. d'eau physiologique stérile. On agite bien jusqu'à ce qu'elle soit en suspension fine dans l'eau. On fait ensuite plusieurs dilutions, et on ensemence sur boîtes de Pétri. On calcule par cette méthode la quantité de germes correspondante. On répète cette opération plusieurs fois et à différents endroits de la boîte de pâte. On fait ensuite la moyenne des résultats.

Voici les résultats de nos recherches. (1)

- (1) En même temps que nous, M. Michel, Docteur-Vétérinaire, poursuivait un travail sur la détermination des genres du groupe du *B. subtilis* et sur leurs températures mortelles. Les résultats obtenus confirment les nôtres (*note ajoutée en cours d'impression*).

MICROCOCOCCUS CANDIDO CITRINUS

Format des boîtes	Contenance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concentration des germes par gr.	Température Temps de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	1.600.000	90°	37
1/12	80	94 × 48	26	1.600.000	100°	18
1/8	130	85 × 46	42	900.000	90°	42
1/8	130	85 × 46	42	900.000	100°	23

STREPTOCOCCUS PYOGENES

Format des boîtes	Conte- nance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concen- tration des ger- mes par gr.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps néces- saire pour la destruc- tion des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	1.200.000	90°	28
1/12	80	94 × 48	26	1.200.000	100°	16
1/8	130	85 × 46	42	300.000	90°	32
1/8	130	85 × 46	42	300.000	100°	21

SERRATIA MARCESCENS

Format des boîtes	Conte- nance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concen- tration des ger- mes par gr.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps néces- saire pour la destruc- tion des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	200.000	90°	31
1/12	80	94 × 48	26	200.000	100°	15
1/8	130	85 × 46	42	300.000	90°	36
1/8	130	85 × 46	42	300.000	100°	20

SALMONELLA CHOLERAЕ SUIΣ

Format des boîtes	Conte- nance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concen- tration des ger- mes par gr.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps néces- saire pour la destruc- tion des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	1.100.000	90°	60
1/12	80	94 × 48	26	1.100.000	100°	19
1/8	130	85 × 46	42	800.000	90°	64
1/8	130	85 × 46	42	800.000	100°	25

ESCHERICHIA COLI

Format des boîtes	Contenance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concentration des germes par gr.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	900.000	90°	6)
1/12	80	94 × 48	26	900.000	100°	23
1/8	130	85 × 46	42	400.000	90°	78
1/8	130	85 × 46	42	400.000	100°	26

B. MESENTERICUS

Format des boîtes	Contenance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concentration des germes par gr.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	1.600.000	90°	64
1/12	80	94 × 48	26	1.600.000	100°	30
1/8	130	85 × 46	42	1.000.000	90°	68
1/8	130	85 × 46	42	1.000.000	100°	33

B. SUBTILIS

Format des boîtes	Contenance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concentration des germes par gr.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	1.400.000	90°	91
1/12	80	94 × 48	26	1.400.000	100°	37
1/8	130	85 × 46	42	1.200.000	90°	93
1/8	130	85 × 46	42	1.200.000	100°	43

B. MEGATHERIUM

Format des boîtes	Conte- nance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concen- tration des ger- mes par gr.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps néces- saire pour la destruc- tion des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	600.000	90°	67
1/12	80	94 × 48	26	600.000	100°	32
1/8	130	85 × 46	42	1.100.000	90°	72
1/8	130	85 × 46	42	1.100.000	100°	38

B. MYCOIDES

Format des boîtes	Conte- nance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concen- tration des ger- mes par gr.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps néces- saire pour la destruc- tion des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	1.500.000	90°	65
1/12	80	94 × 48	26	1.500.000	100°	30
1/8	130	85 × 46	42	1.200.000	90°	69
1/8	130	85 × 46	42	1.200.000	100°	36

B. ANTHRACIS

Format des boîtes	Conte- nance en gr.	Fond en mm.	Hauteur en mm.	Concen- tration des ger- mes par gr.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps néces- saire pour la destruc- tion des germes en minutes
1/12	80	94 × 48	26	1.800.000	90°	84
1/12	80	94 × 48	26	1.800.000	100°	40
1/8	130	85 × 46	42	1.300.000	90°	89
1/8	130	85 × 46	42	1.300.000	100°	45

3) Nature des germes.

Si l'on veut obtenir un produit hygiénique et sans danger pour la consommation, il faut tenir compte des germes qui se trouvent dans la viande à traiter. Il faut non seulement connaître la température mortelle de ces germes, mais aussi celle de leurs spores. Ainsi conçu, le problème se simplifie et l'on applique un procédé rigoureux. Supposons, par exemple, que notre produit contienne des germes et des spores de *Clostridium Botulinum* qui est parmi les bactéries les plus résistantes, il faut :

- savoir que nous avons affaire à *Clostridium Botulinus* ;
- connaître la température mortelle des germes et surtout des spores de cette espèce en fonction du temps.

Voici un tableau relevé par Esty et Meyer :

- à 120° la spore de *Clostridium Botulinum* résiste 4 minutes.
- à 115° la spore de *Clostridium Botulinum* résiste 10 minutes.
- à 110° la spore de *Clostridium Botulinum* résiste 32 minutes.
- à 105° la spore de *Clostridium Botulinum* résiste 100 minutes.
- à 100° la spore de *Clostridium Botulinum* résiste 330 minutes.

Comme nous sommes dans le domaine de la semi-conserve, nous sommes obligés de choisir la température la plus convenable, c'est-à-dire 100°, ce qui correspond à une durée de stérilisation de 330 minutes. Encore faut-il que cette durée de chauffage n'altère pas notre produit.

La nature des germes qui se présentent dans la semi-conserve nous indiquera si nous avons affaire à des germes sporulés ou non. Les spores sont, en effet, très résistantes à la chaleur bien qu'à des degrés divers selon les espèces. Ainsi les spores de *Bacillus Mesentericus* supportent une température de 100° pendant 10 à 15 minutes.

C. Bidault trouve, de son côté, que les mêmes spores de *B. Mesentericus* fréquemment rencontrés dans les conserves, résistent à 105° pendant 100 minutes.

Par ailleurs, Manil donne la résistance des spores de

quelques germes ; ainsi cite-t-il que *B. Subtilis* résiste 175-180 minutes à 100°.

4) A la nature des germes et des spores microbiennes se rattache un autre facteur, celui de l'âge des bactéries. En Effet, selon beaucoup d'auteurs, la résistance varie avec l'âge des micro-organismes.

5) Concentration microbienne.

Il n'y a peut-être pas de facteur qui attirerait l'attention d'une façon plus simple que celui du nombre de bactéries ou de spores de bactéries par unité quantitative d'aliments.

Plusieurs rapports d'études faites à ce sujet, montrent que la résistance thermique croît en fonction de la concentration des bactéries, ou des spores de bactéries par unité quantitative du milieu où sont inclus les microorganismes pendant leur temps de chauffage. Diverses explications ont été données à ce propos, mais chacune d'elles ne peut encore avoir une valeur probante et convaincante. Pourtant, ce rapport (accroissement de la résistance en fonction du nombre de bactéries) serait d'une aide précieuse pour la détermination des procédés thermiques.

On pense qu'une bactérie ou une spore de bactérie serait plus résistante à proximité d'autres bactéries ou d'autres spores, du même type ou d'espèce différente. On pense qu'à une grande concentration de bactéries ou de spores de bactéries correspond une plus grande résistance calorifique.

Avant de présenter nos propres résultats, nous aimerions citer la marche de nos expériences. Nous avons porté à l'étuve maintenue à 90°, des tubes contenant du bouillon de viande de porc où la concentration des germes a été préalablement déterminée par la méthode des numérations, par dilution et ensemencement sur des boîtes de Pétri. Toutes les deux minutes, nous avons ensemencé un tube de gélose ordinaire inclinée. Puis nous avons porté tous les tubes de gélose à l'étuve de 37°.

Au bout de 24 heures, nous avons déterminé la durée de la résistance des microbes. La même opération a été faite pour une température de 100°.

Nous avons fait cette expérience pour chaque microbe et déterminé le temps nécessaire pour la destruction des microbes à 100° et pas plus, car nous ne pouvons pas stéri-

liser nos produits à une température supérieure afin de ne pas changer les propriétés chimiques, nutritives et organoleptiques des constituants de la semi-conserve.

Les tableaux suivants résument les résultats de nos recherches :

MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS

Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
340.000	90°	15
34.000	90°	14
3.400	90°	12
340.000	100°	6
34.000	100°	4
3.400	100°	3

Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
1.300.000	90°	16
130.000	90°	15
13.000	90°	14
1.300.009	100°	7
130.000	100°	5
13.000	100°	3

STREPTOCOCCUS PYOGENES

Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
260.000	90°	11
26.000	90°	9
2.600	90°	8
260.000	100°	3
26.000	100°	2 - 3
2.600	100°	1

Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
640.000	90°	11 - 12
64.000	90°	10
6.400	90°	9
640.000	100°	5
64.000	100°	4
6.400	100°	2

ESCHERICHIA COLI

Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes
2. 250. 000	90°	42	1. 500. 000	90°	37
225. 000	90°	39	150. 000	90°	33
22. 500	90°	33	15. 000	90°	40
2. 250. 000	100°	16	1. 500. 000	100°	15
225. 000	100°	13	150. 000	100°	13
22. 500	100°	12	15. 000	100°	12

SERRATIA MARCESCENS

Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes
22. 000	90°	9	150. 000	90°	15
3. 200	90°	8	15 000	90°	9-10
320	90°	6	1. 500	90°	8
22. 000	100°	4	150. 000	100°	6
3. 200	100°	3	15. 000	100°	3
320	100°	1	1. 500	100°	2

SALMONELLA CHOLERAЕ SUIΣ

Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes
2. 800. 000	90°	23	1. 600. 000	90°	22
280. 000	90°	19	160. 000	90°	20
20. 000	90°	17	16. 000	90°	19
2. 800. 000	100°	8	1. 600. 000	100°	8
280. 000	100°	6	160. 000	100°	7
28. 000	100°	5	16. 000	100°	5

BACILLUS MESENTERICUS

Concentration des germes par cc.	Température de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes
1.250.000	90°	37	500.000	90°	33
125.000	90°	34	50.000	90°	31
12.500	90°	29	5.000	90°	27
1.250.000	100°	13	500.000	90°	12
125.000	100°	12	50.000	100°	11
12.500	100°	10	5.000	100°	9

BACILLUS SUBTILIS

Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes
1.500.000	90°	76	900.000	90°	67
150.000	90°	58	90.000	90°	52
15.000	90°	42	9.000	90°	46
1.500.000	100°	16	900.000	100°	15
150.000	100°	15	90.000	100°	13
15.000	100°	12	9.000	100°	10

BACILLUS MEGATHERIUM

Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes
750.000	90°	32	1.250.000	90°	35
75.000	90°	30	125.000	90°	33
7.500	90°	27	12.500	90°	27
750.000	100°	14	1.250.000	100°	16
75.000	100°	13	125.000	100°	14
7.500	100°	11	12.500	100°	11

BACILLUS MYCOIDES

Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes
520.000	90°	35	400.000	90°	34
52.000	90°	32	40.000	90°	32
5.200	90°	30	4.000	90°	28
520.000	100°	14	400.000	100°	13
52.000	100°	13	40.000	100°	12
5.200	100°	11	4.000	100°	11 - 12

BACILLUS ANTHRACIS

Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruc- tion de ces germes en minutes
250.000	90°	50	1.200.000	90°	56
25.000	90°	46	120.000	90°	51
2.500	90°	44	12.000	90°	43
250.000	100°	18	1.200.000	100°	21
25.000	100°	16	120.000	100°	18
2.500	100°	15	12.000	100°	17

6° LE pH.

Selon beaucoup de chercheurs (Listy et Meyer, par exemple), et d'après nos propres expériences, la résistance des germes est maximum dans une zone comprise entre pH 5 et pH 7, et décroît rapidement lorsque le milieu est plus acide ou plus alcalin.

Ci-après les résultats de nos recherches qui ont été effectuées en tubes de bouillon de viande de porc maintenus à 37° C. Chaque tube a étéensemencé au départ avec une même quantité (1/2 cc.) d'une suspension microbienne homogène.

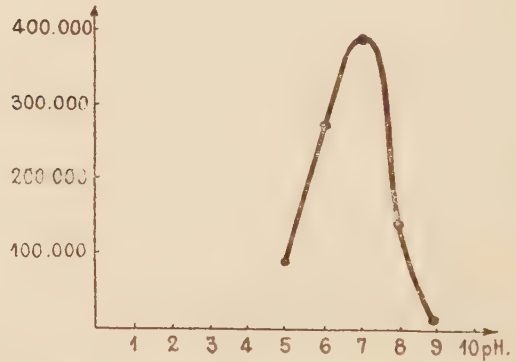
Les numérations des germes vivants, par la technique de dilution et ensemencement en boîtes de Petri ont été faites 24 h. après l'ensemencement. Après numération des cultures obtenues en 24 h. les tubes ont servi à déterminer la résistance des germes à la température.

MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS

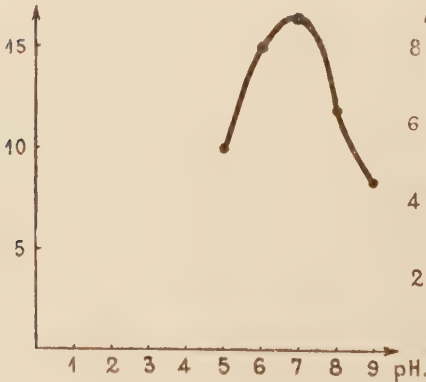
pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	90.000	90°	10
6	270.000	90°	15
7	390.000	90°	16
8	140.000	90°	12
9	10.000	90°	8
5	90.000	100°	3
6	270.000	100°	7
7	390.000	100°	8
8	140.000	100°	4
9	10.000	100°	2

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

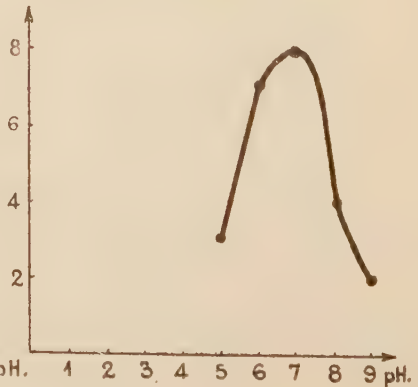
MICROCCUS CANDIDO CITRINUS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

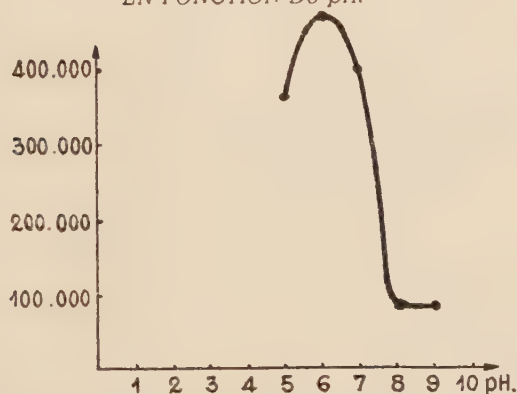


MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS

pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	360.000	90°	16
6	480.000	90°	17
7	400.000	90°	16
8	80.000	90°	11
9	80.000	90°	10
5	360.000	100°	6
6	480.000	100°	8
7	400.000	100°	8
8	80.000	100°	2
9	80.000	100°	2

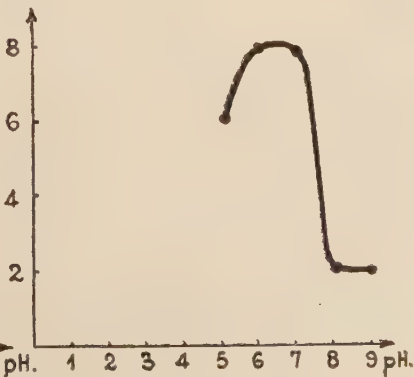
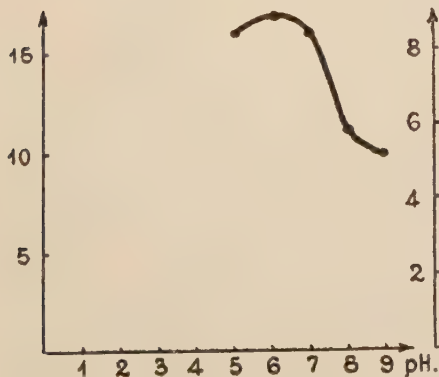
CONCENTRATION DES GERMES PAR
CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE,
EN FONCTION DU pH.

MICROCCUS CANDIDO CITRINUS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DES-
TRUCTION DES GERMES A 90° EN
FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DES-
TRUCTION DES GERMES A 100° EN
FONCTION DU pH.

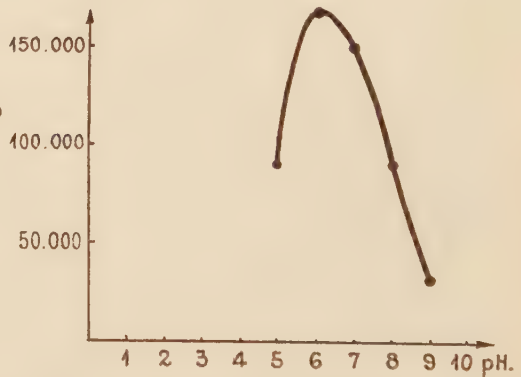


STREPTOCOCCUS PYOGENES

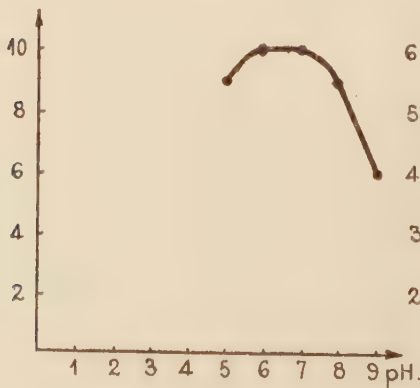
pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	90.000	90°	9
6	170.000	90°	10
7	150.000	90°	10
8	90.000	90°	9
9	30.000	90°	6
5	90.000	100°	4
6	170.000	100°	6
7	150.000	100°	6
8	90.000	100°	4
9	30.000	100°	2

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

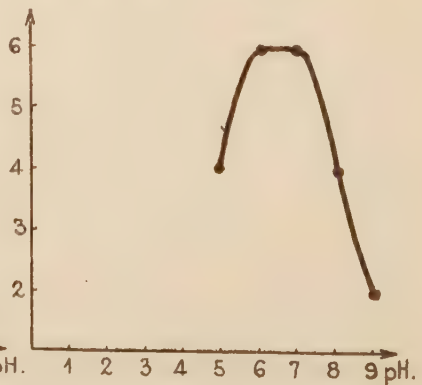
STREPTOCOCCUS PYOGENES



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

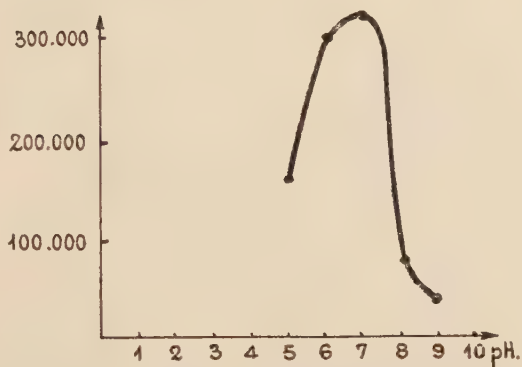


STREPTOCOCCUS PYOGENES

pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction en minutes
5	160.000	90°	9
6	300.000	90°	11
7	320.000	90°	11
8	80.000	90°	6
9	40.000	90°	4
5	160.000	100°	5
6	300.000	100°	7
7	320.000	100°	7
8	80.000	100°	4
9	40.000	100°	3

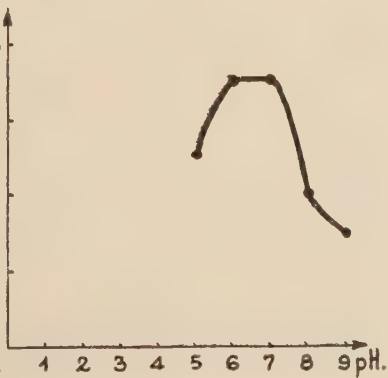
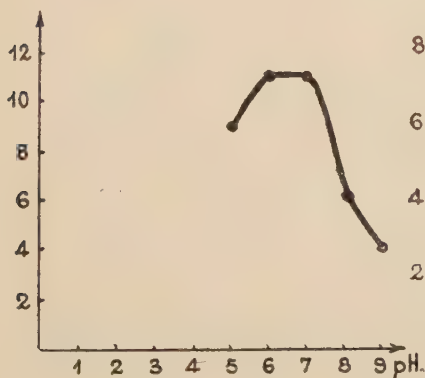
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

STREPTOCOCCUS
PYOGENES



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

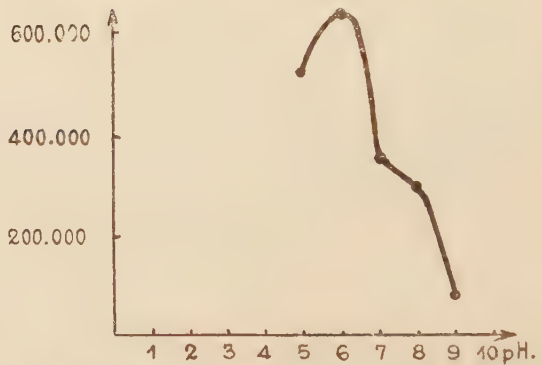


ESCHERICHIA COLI

pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction en minutes
5	520.000	90°	42
6	640.000	90°	43
7	360.000	90°	39
8	300.000	90°	39
9	80.000	90°	27
5	520.000	100°	15
6	630.000	100°	15
7	360.000	100°	12
8	300.000	100°	12
9	80.000	100°	8

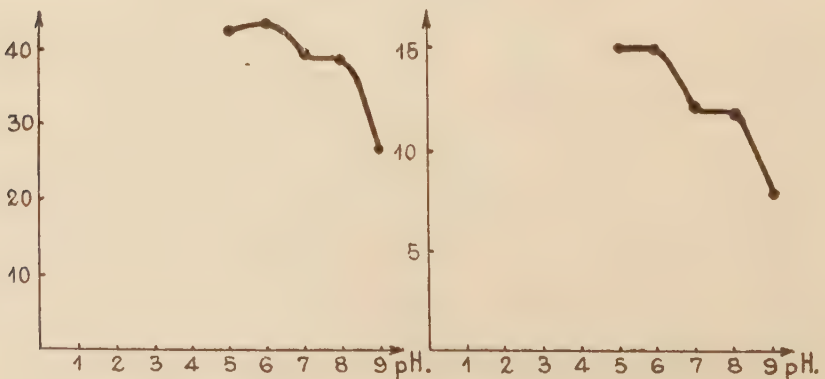
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

ESCHERICHIA COLI



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

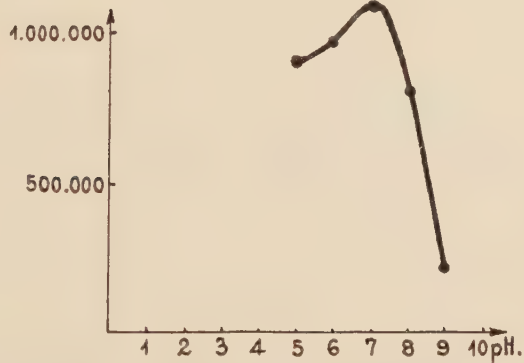


ESCHERICHIA COLI

pH du milieu	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	900.000	90°	36
6	960.000	90°	38
7	1.100.000	90°	38
8	820.000	90°	36
9	230.000	90°	30
5	900.000	100°	17
6	960.000	100°	17
7	1.100.000	100°	18
8	820.000	100°	17
9	230.000	100°	12

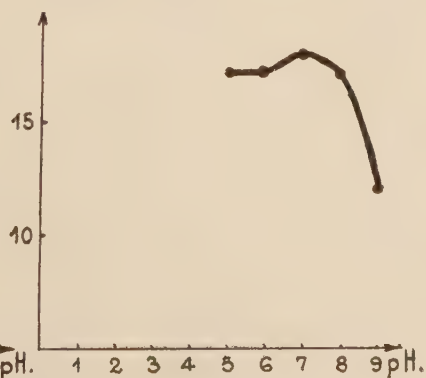
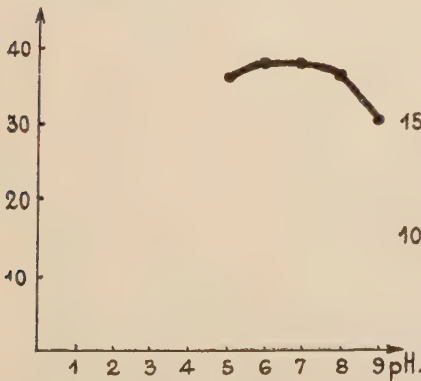
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

ESCHERICHIA COLI



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

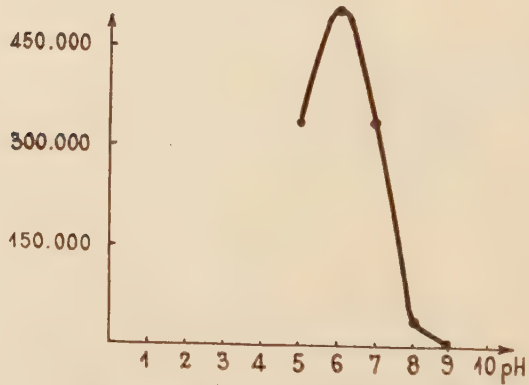


SERRATIA MARCESCENS

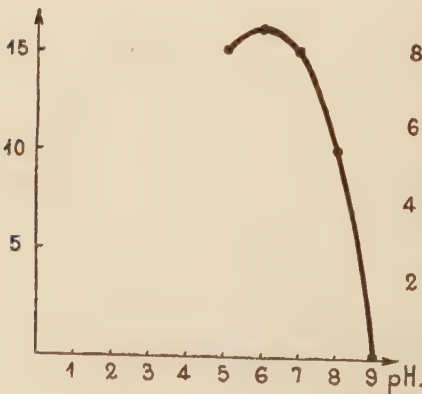
pH du milieu	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	340.000	90°	15
6	520.000	90°	16
7	340.000	90°	15
8	40.000	90°	10
9	0	90°	0
5	340.000	100°	8
6	520.000	100°	9
7	340.000	100°	8
8	40.000	100°	4
9	0	100°	0

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

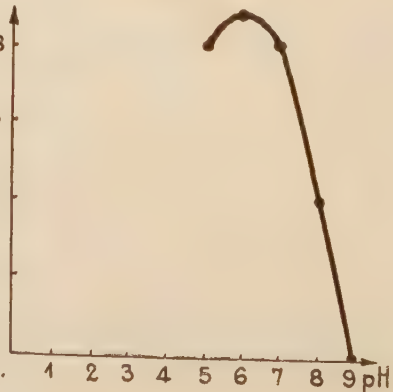
SERRATIA MARCESCENS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

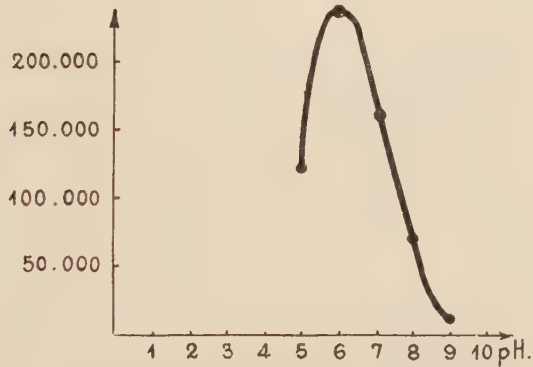


SERRATIA MARCESCENS

pH du milieu	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	120.000	90°	12
6	240.000	90°	15
7	160.000	90°	12
8	70.000	90°	10
9	10.000	90°	8
5	120.000	100°	8
6	240.000	100°	9
7	160.000	100°	8
8	70.000	100°	6
9	10.000	100°	3

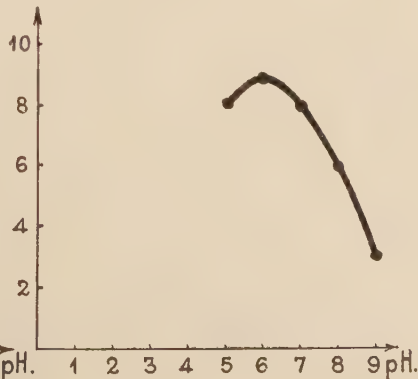
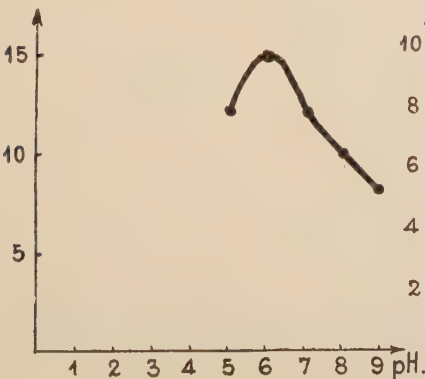
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

SERRATIA MARCESCENS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

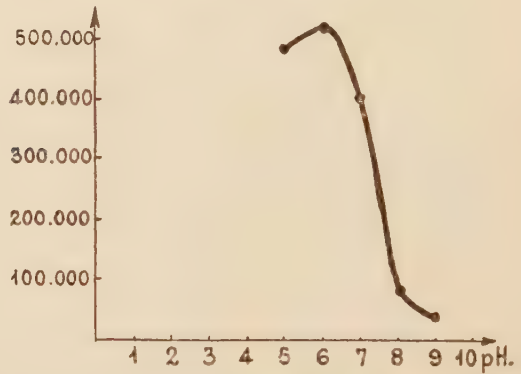


SALMONELLA CHOLERAE SUIS

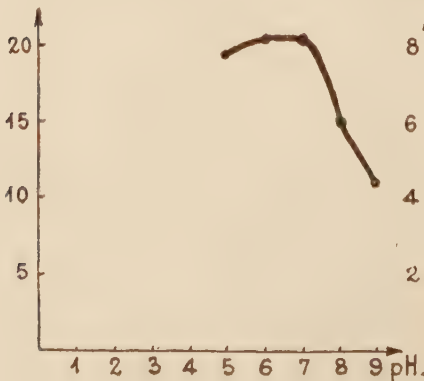
pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction en minutes
5	480.000	90°	19
6	520.000	90°	21
7	400.000	90°	21
8	80.000	90°	15
9	40.000	90°	12
5	480.000	100°	6
6	520.000	100°	7
7	40.000	100°	6
8	80.000	100°	5
9	40.000	100°	3

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

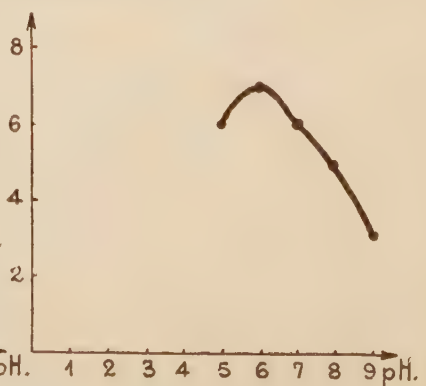
**SALMONELLA
CHOLERAE
SUIS**



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

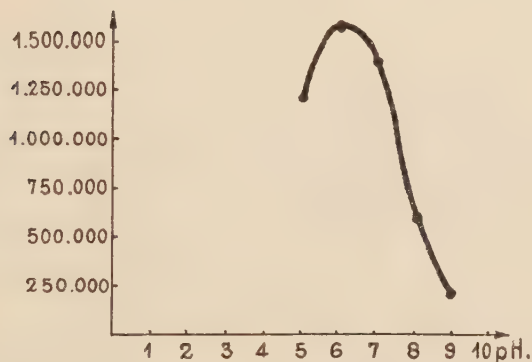


SALMONELLA CHOLERAE SUIS

pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction en minutes
5	1200.000	90°	21
6	1600.000	90°	23
7	1400.000	90°	22
8	600.000	90°	17
9	200.000	90°	16
5	1200.000	100°	7
6	1600.000	100°	9
7	1400.000	100°	7
8	600.000	100°	6
9	200.000	100°	6

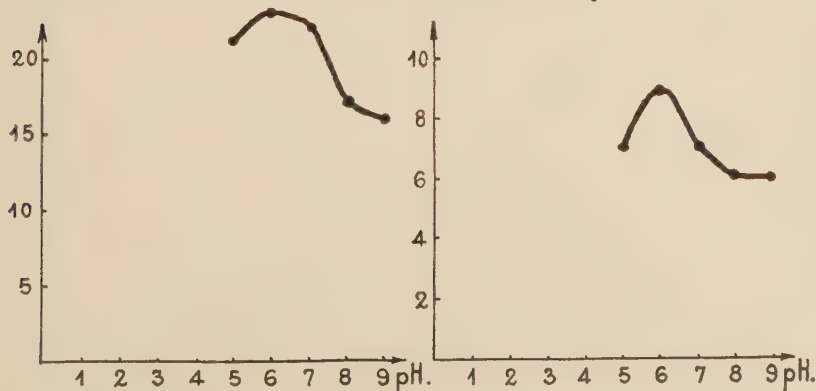
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH

SALMONELLA CHOLERAE SUIS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

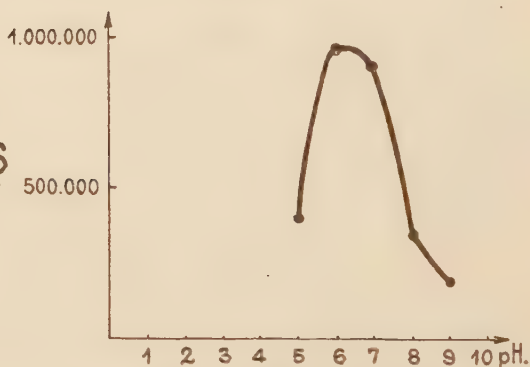


BACILLUS MESENTERICUS

pH du milieu	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes. en minutes
5	400.000	90°	35
6	960.000	90°	37
7	900.000	90°	37
8	360.000	90°	34
9	160.000	90°	32
5	400.000	100°	14
6	960.000	100°	17
7	900.000	100°	15
8	360.000	100°	11
9	160.000	100°	12

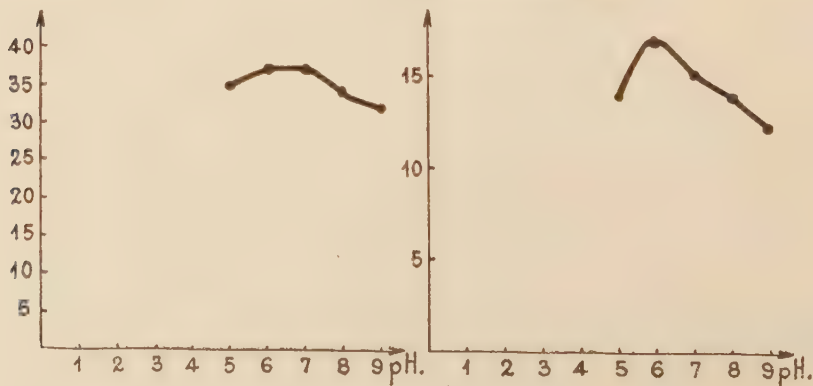
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH

BACILLUS MESENTERICUS VULGATUS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

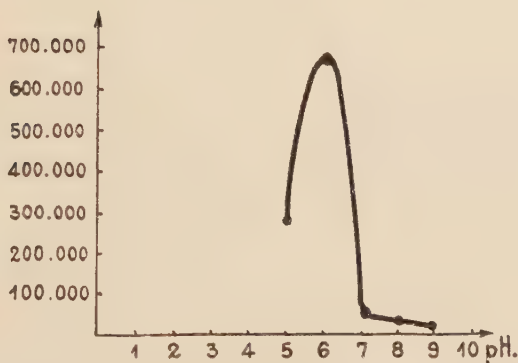


BACILLUS MESENTERICUS

pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction en minutes
5	280.000	90°	33
6	680.000	90°	35
7	44.000	90°	32
8	36.000	90°	32
9	20.000	90°	30
5	280.000	100°	10
6	680.000	100°	13
7	44.000	100°	11
8	36.000	100°	10
9	20.000	100°	8

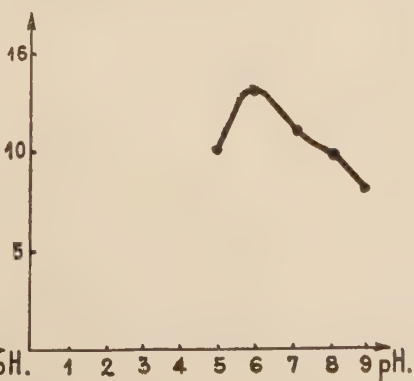
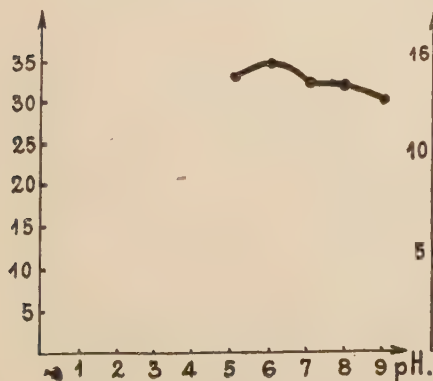
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

BACILLUS MESENTERICUS VULGATUS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

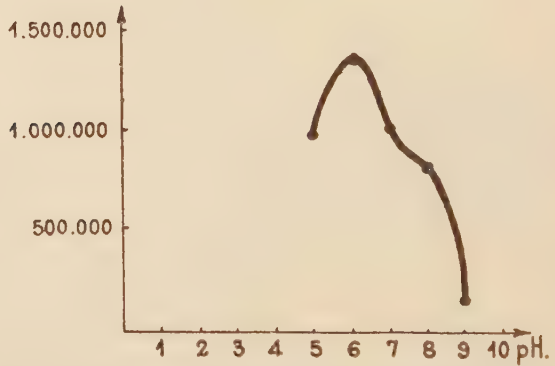


BACILLUS SUBTILIS

pH du milieu	Concentrat. des germes par cc.	Tempé- rature	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	960.000	90°	63
6	1.360.000	90°	71
7	980.000	90°	68
8	80.000	90°	02
9	180.000	90°	34
5	960.000	100°	16
6	1.360.000	100°	17
7	980.000	100°	16
8	800.000	100°	15
9	180.000	100°	10

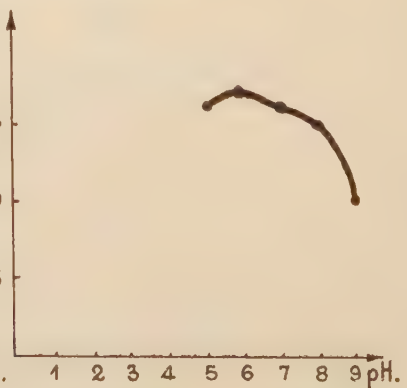
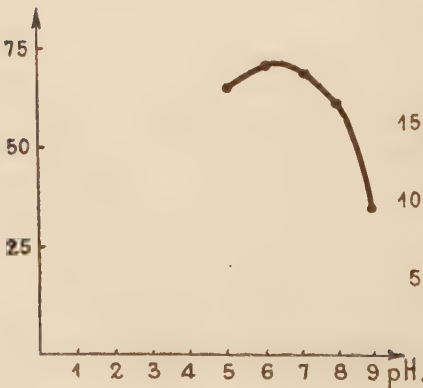
CONCENTRATION DES GERMES PAR
CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE,
EN FONCTION DU pH

BACILLUS SUBTILIS



MPs NÉCESSAIRE POUR LA DES-
TRUCTION DES GERMES A 90° EN
FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DES-
TRUCTION DES GERMES A 100° EN
FONCTION DU pH.

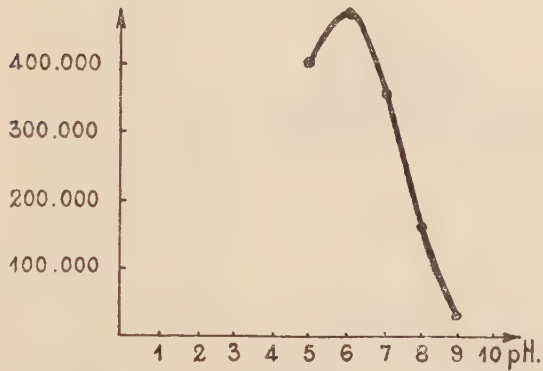


BACILLUS SUBTILIS

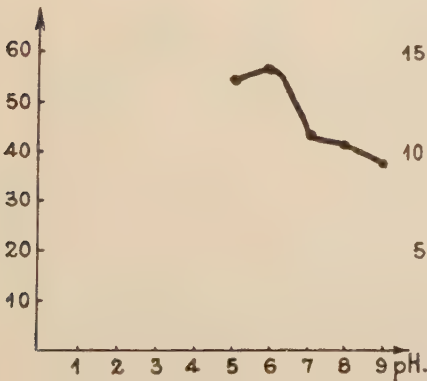
pH du milieu	Concen- tration par cc.	Tempé- rature	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	400.000	90°	54
6	480.000	90°	56
7	360.000	90°	43
8	160.000	90°	41
9	36.000	90°	37
5	400.000	100°	15
6	480.000	100°	15
7	360.000	100°	14
8	160.000	100°	12
9	36.000	100°	10

CONCENTRATION DES GERMES PAR
CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE,
EN FONCTION DU pH.

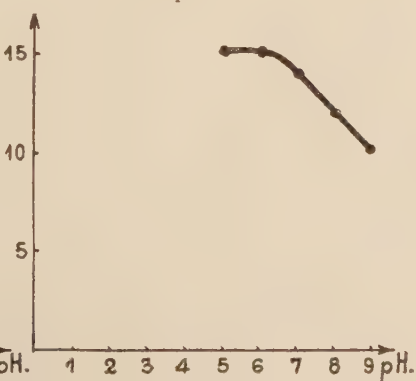
**BACILLUS
SUBTILIS**



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DES-
TRUCTION DES GERMES A 90° EN
FONCTION DU pH.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DES-
TRUCTION DES GERMES A 100° EN
FONCTION DU pH.

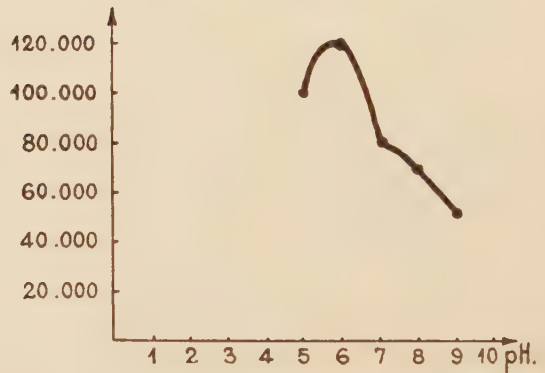


BACILLUS MEGATHERIUM

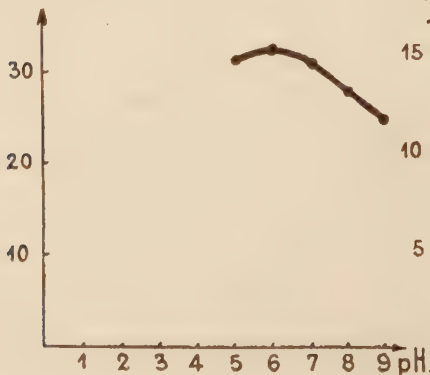
pH du milieu	Concentrat. des germes par cc.	Tempé- rature	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	100.000	90°	31
6	120.000	90°	32
7	80.000	90°	31
8	70.000	90°	28
9	50.000	90°	25
5	100.000	100°	13
6	120.000	100°	15
7	80.000	100°	11
8	70.000	100°	11
9	50.000	100°	10

CONCENTRATION DES GERMES PAR
CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE,
EN FONCTION DU pH.

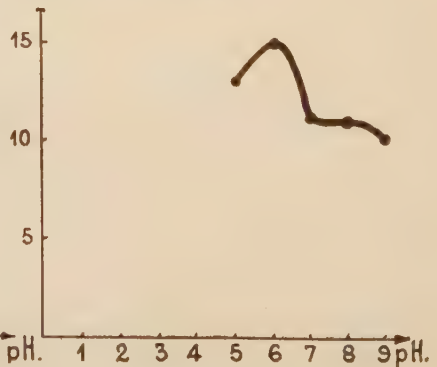
BACILLUS MEGATHERIUM



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DES-
TRUCTION DES GERMES A 90° EN
FONCTION DU pH.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DES-
TRUCTION DES GERMES A 100° EN
FONCTION DU pH.

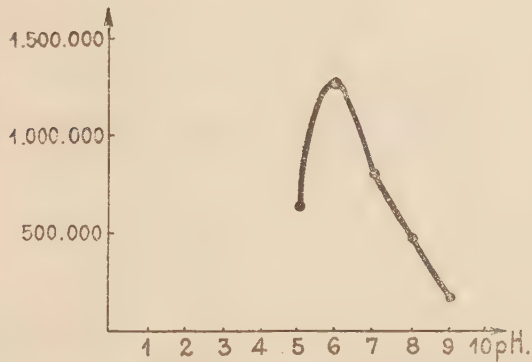


B. MEGATHERIUM

pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	650.000	90°	35
6	1.280.000	90°	39
7	800.000	90°	35
8	480.000	90°	33
9	160.000	90°	26
5	650.000	100°	15
6	1.280.000	100°	16
7	800.000	100°	16
8	480.000	100°	14
9	160.000	100°	10

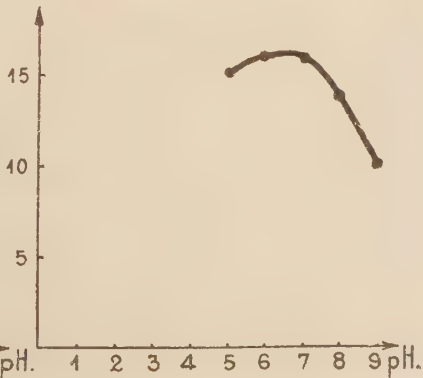
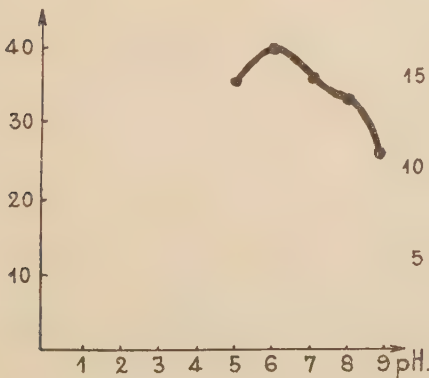
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

**BACILLUS
MEGATHERIUM**



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

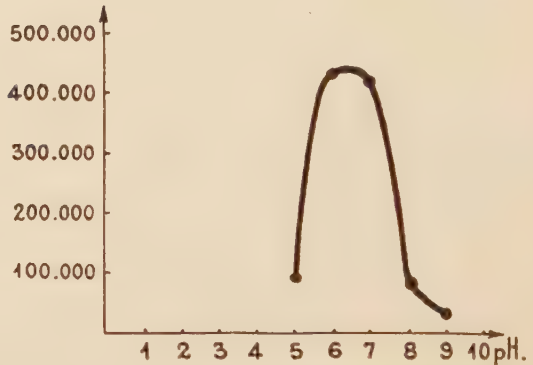


BACILLUS MYCOIDES

pH du milieu	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	90.000	90°	30
6	430.000	90°	33
7	420.000	90°	33
8	80.000	90°	22
9	30.000	90°	16
5	90.000	100°	15
6	430.000	100°	18
7	420.000	100°	16
8	80.000	100°	13
9	30.000	100°	11

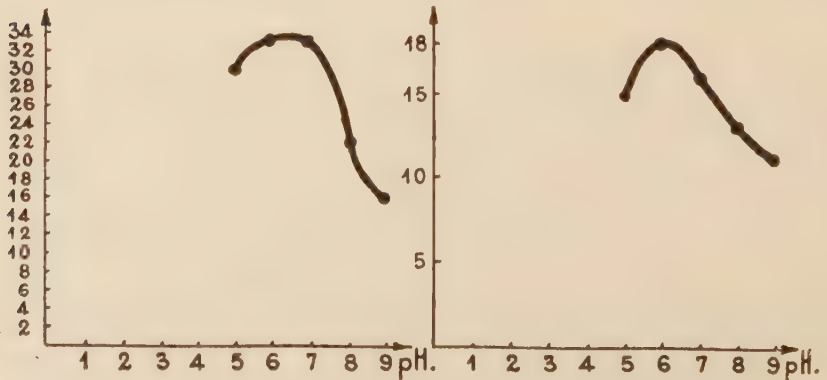
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

BACILLUS MYCOIDES



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

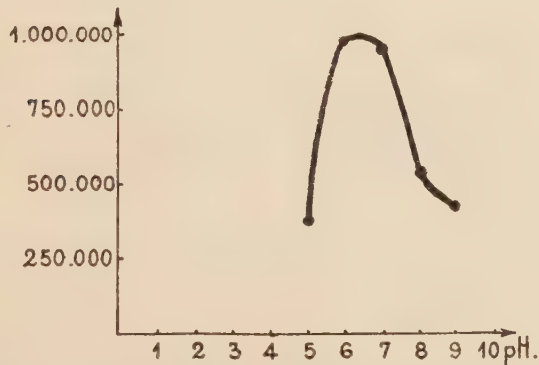


BACILLUS MYCOIDES

du pH milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction en minutes.
5	160.000	90°	35
6	960.000	90°	39
7	950.000	90°	38
8	520.000	90°	35
9	420.000	90°	33
5	360.000	100°	14
6	960.000	100°	17
7	950.000	100°	17
8	520.000	100°	14
9	420.000	100°	13

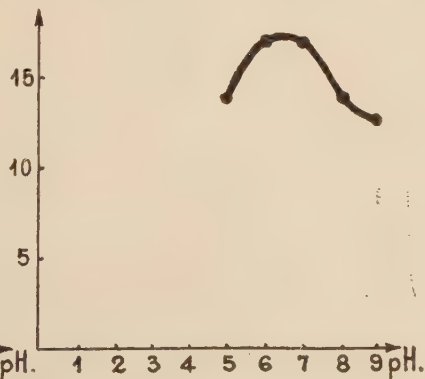
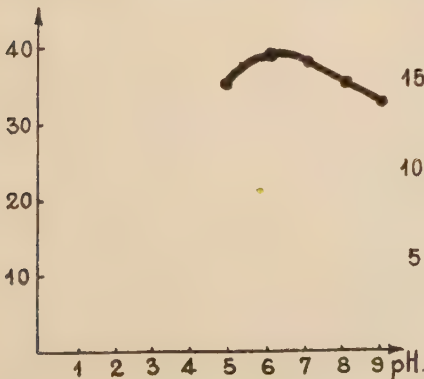
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

BACILLUS MYCOIDES



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

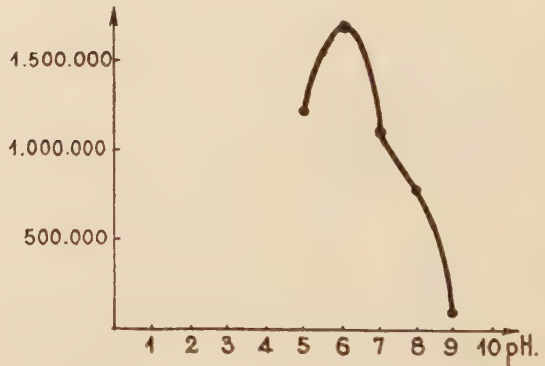


BACILLUS ANTHRACIS

pH du milieu	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	1.200.000	90°	57
6	1.700.000	90°	61
7	1.100.000	90°	57
8	800.000	90°	53
9	100.000	90°	32
5	1.200.000	100°	22
6	1.700.000	100°	27
7	1.100.000	100°	22
8	800.000	100°	20
9	100.000	100°	13

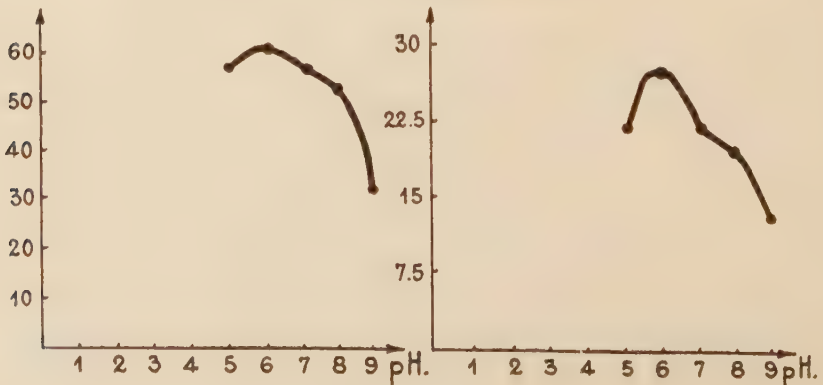
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

BACILLUS ANTHRACIS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.

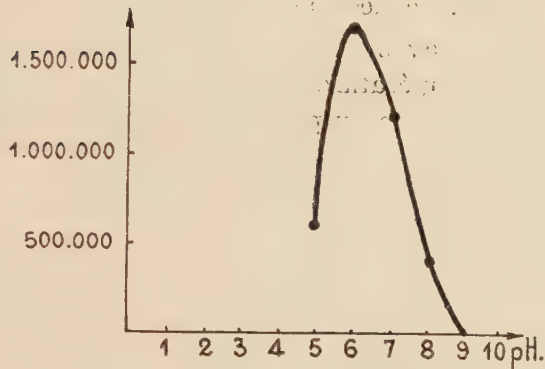


BACILLUS ANTHRACIS

pH du milieu	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	600.000	90°	57
6	1.700.000	90°	60
7	1.200.000	90°	58
8	400.000	90°	51
9	0	90°	0
5	600.000	100°	18
6	1.700.000	100°	25
7	1.200.000	100°	22
8	400.000	100°	13
9	0	100°	0

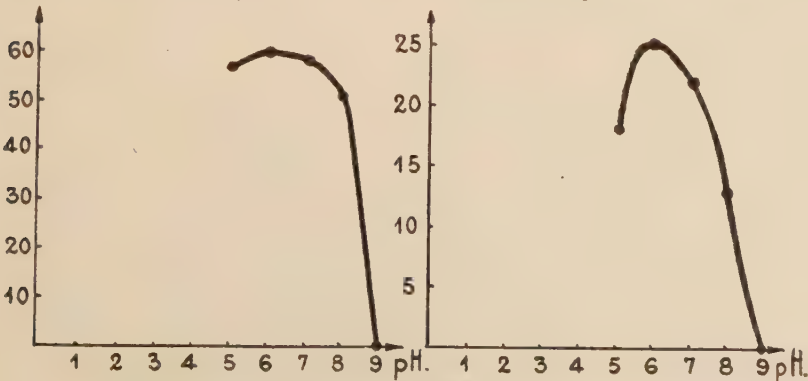
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU pH.

BACILLUS ANTHRACIS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU pH.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU pH.



CONCENTRATION EN SEL DE SODIUM

Cheftel et plusieurs chercheurs ont remarqué que, à un même pH, la résistance peut varier d'un produit à un autre, ce qui peut s'expliquer par l'intervention d'autres facteurs comme la teneur en sels et particulièrement en chlorure de sodium. Quant aux épices, Stumbo affirme qu'il a été notamment établi qu'utilisées dans les produits pour leur donner du goût, elles ne changent ni la résistance à la chaleur, ni la croissance des microorganismes présents.

Nous avons étudié l'influence du chlorure de sodium, sur la température mortelle, et nous avons trouvé que ce facteur a une importante action sur la stérilisation des milieux.

Voici les résultats de nos recherches :

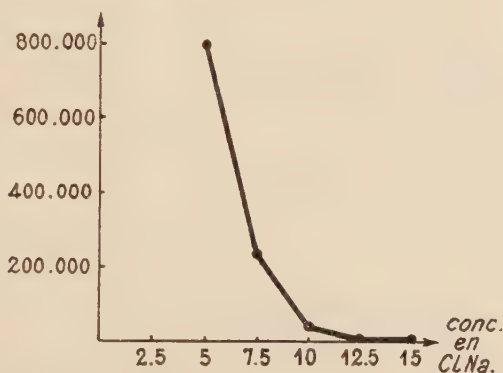
MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS

Concentration de Cl Na ⁽¹⁾	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	800.000	90°	18
7,5	240.000	90°	15
10	40.000	90°	12
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	800.000	100°	9
7,5	240.000	100°	6
10	40.000	100°	4
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

(1) Il s'agit de la concentration de ClNa par litre de bouillon de pH : 7,6

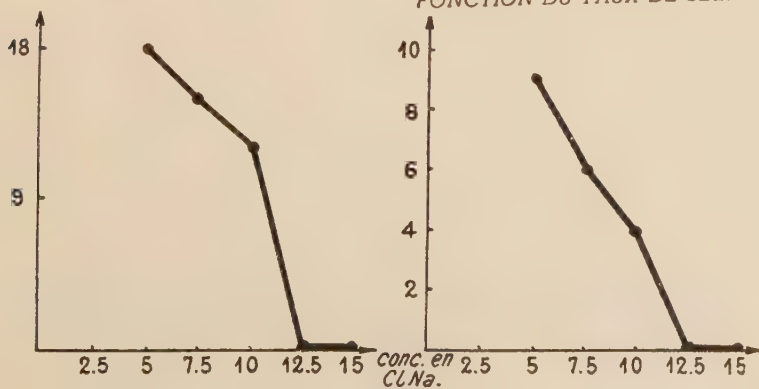
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

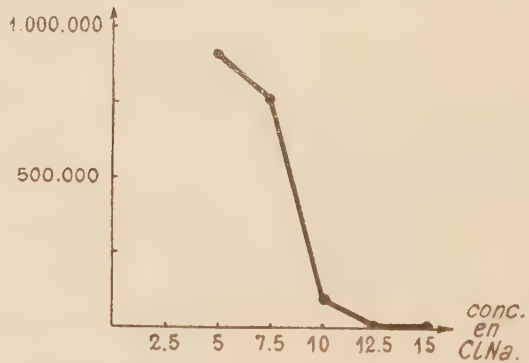


MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS

Concentration de Cl Na	Concentration des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	920.000	90°	22
7,5	760.000	90°	17
10	120.000	90°	14
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	920.000	100°	10
7,5	760.000	100°	8
10	120.000	100°	6
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

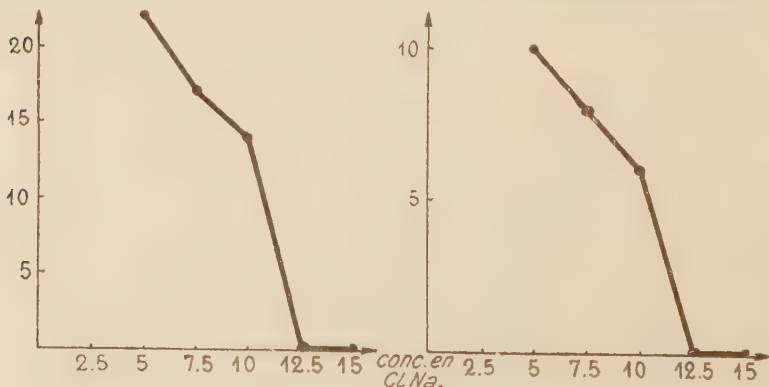
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL

MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

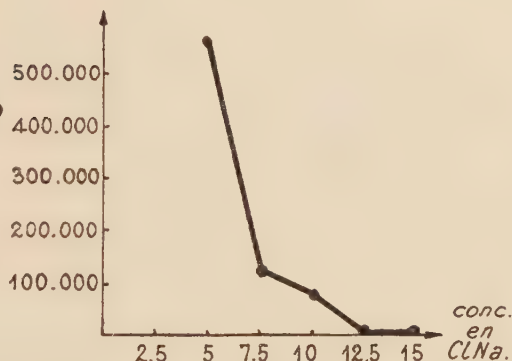


STREPTOCOCCUS PYOGENES

Concentration de : ClNa	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	560.000	90°	12
7,5	120.000	90°	8
10	80.000	90°	8
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	560.000	100°	10
7,5	120.000	100°	6
10	80.000	100°	3
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

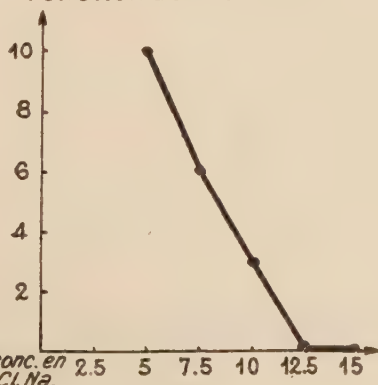
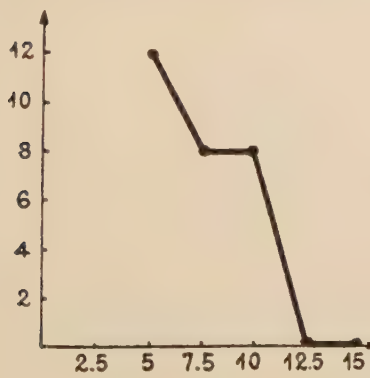
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

STREPTOCOCCUS PYOGENES



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

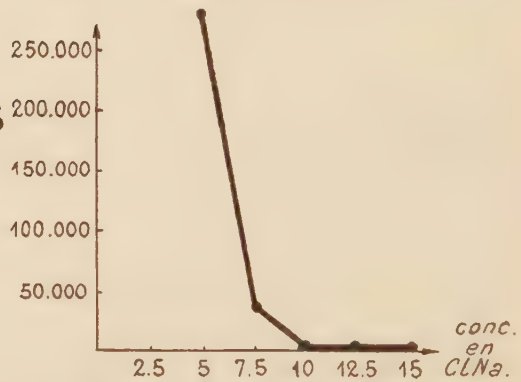


STREPTOCOCCUS PYOGENE

Concentration de Cl Na	Concentration des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	280.000	90°	10
7,5	40.000	90°	6
10	0	90°	0
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	280.000	100°	7
7,5	40.000	100°	3
10	0	100°	0
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

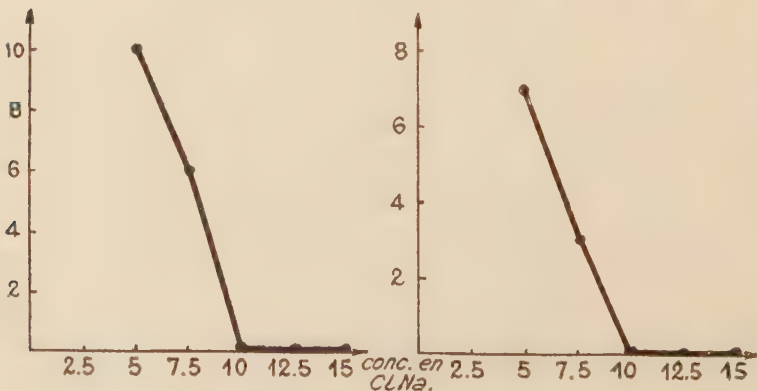
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

**STREPTOCOCCUS
PYOGENES**



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

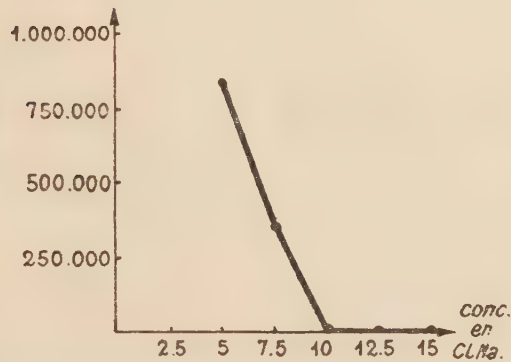


ESCHERICHIA COLI

Concentration de Cl Na	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	840.000	90°	37
7,5	360.000	90°	34
10	0	90°	0
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	840.000	100°	17
7,5	360.000	100°	13
10	0	100°	0
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

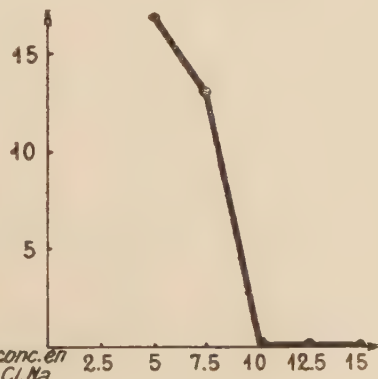
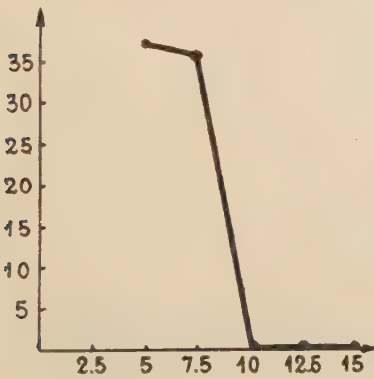
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

ESCHERICHIA COLI



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

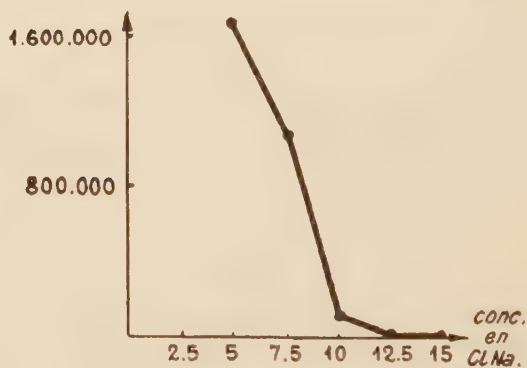


ESCHERICHIA COLI

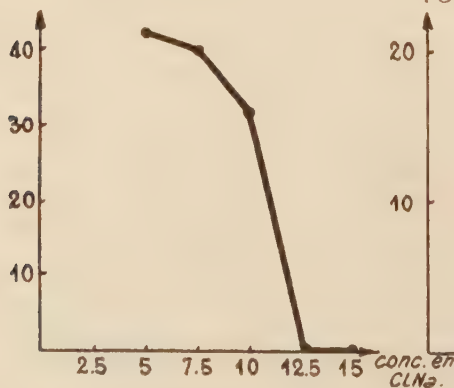
Concentration de Cl Na	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	1 680.000	90°	42
7,5	1 080.000	90°	40
10	120.000	90°	32
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	1 680.000	100°	21
7,5	1 080.000	100°	19
10	120.000	100°	12
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

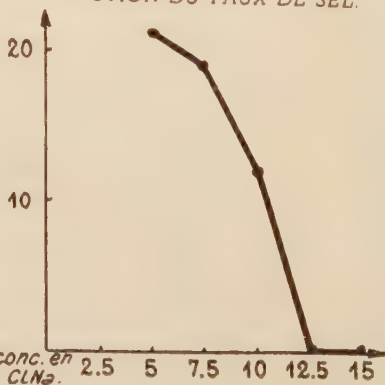
ESCHERICHIA COLI



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

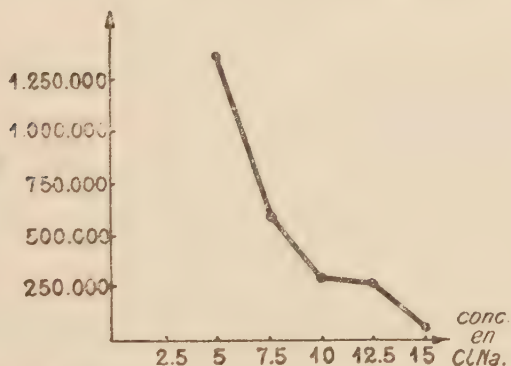


SERRATIA MARCESCENS

Concentration de Cl Na	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	1.360.000	90°	16
7,5	600.000	90°	15
10	290.000	90°	12
12,5	280.000	90°	12
15	40.000	90°	8
5	1.360.000	100°	12
7,5	600.000	100°	8
10	290.000	100°	5
12,5	280.000	100°	5
15	40.000	100°	4

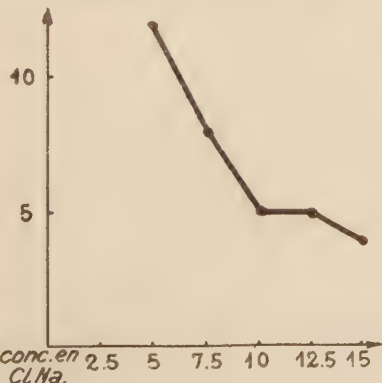
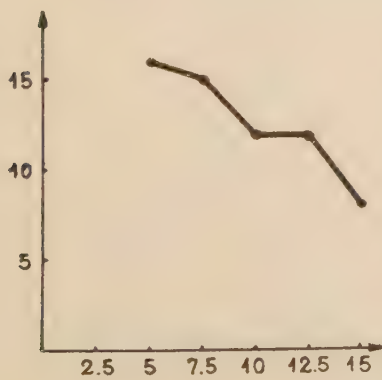
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

SERRATIA MARCESCENS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

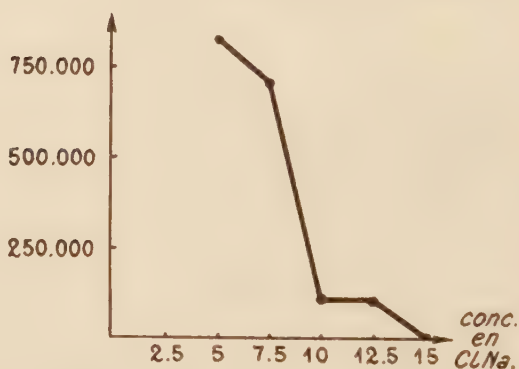


STREPTOCOCCUS PYOGENES

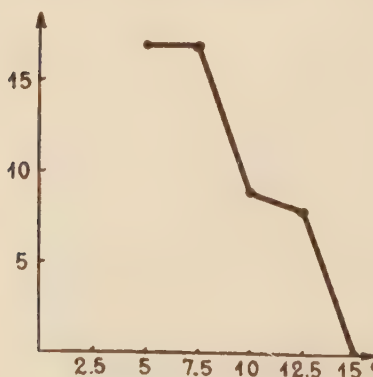
Concentration de Cl Na	Température	Concentration des germes par cc.	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	90°	840.000	17
7,5	90°	720.000	17
10	90°	120.000	9
12,5	90°	120.000	8
15	90°	0	0
5	100°	840.000	11
7,5	100°	720.000	9
10	100°	120.000	5
12,5	100°	120.000	5
15	100°	0	0

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

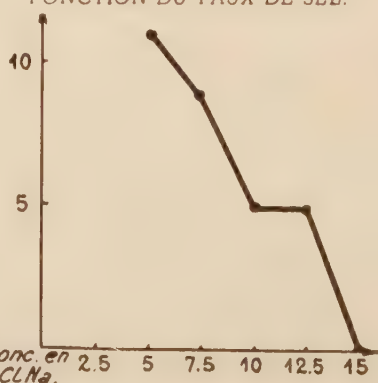
SERRATIA
MARCESCENS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

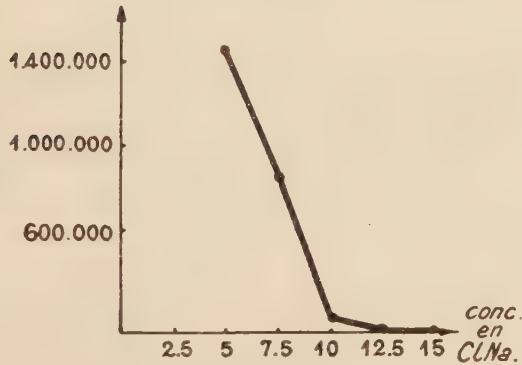


SALMONELLA CHOLERAE SUIS

Concentration de : ClNa	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	1.480.000	90°	23
7,5	840.000	90°	20
10	80.000	90°	12
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	1.480.000	100°	8
7,5	840.000	100°	7
10	80.000	100°	3
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

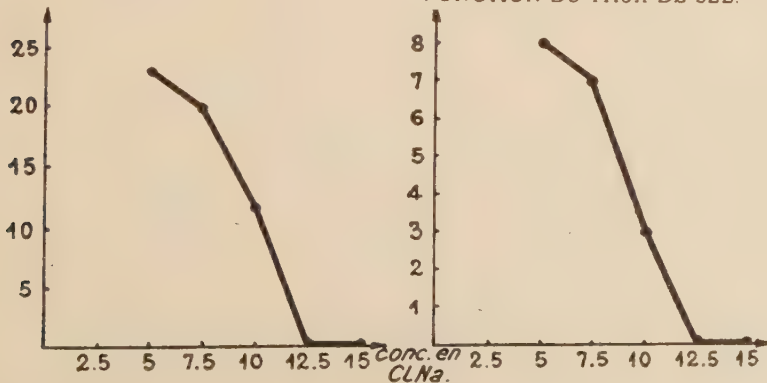
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL

**SALMONELLA
CHOLERAE
SUIS**



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

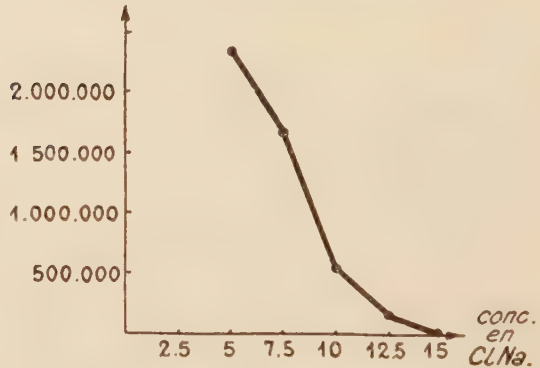


SALMONELLA CHOLERAE SUIS

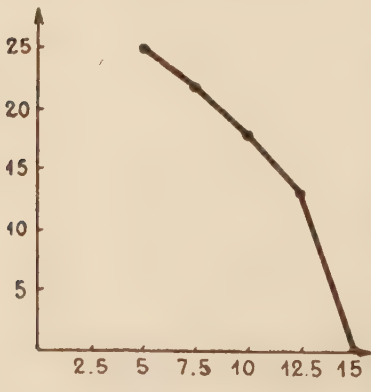
Concentration de : ClNa	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	2.880.000	90°	25
7,5	1.680.000	90°	22
10	520.000	90°	18
12,5	160.000	90°	13
15	0	90°	0
5	2.880.000	100°	12
7,5	1.680.000	100°	9
10	520.000	100°	6
12,5	160.000	100°	4
15	0	100°	0

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE. EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

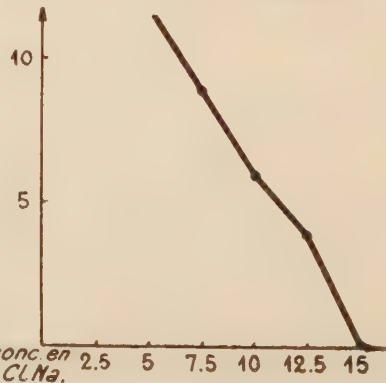
SALMONELLA
CHOLERAЕ
SUIS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

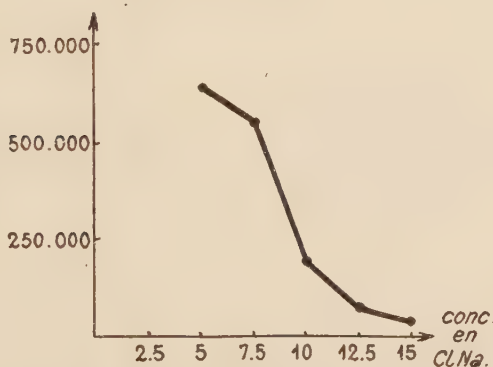


BACILLUS MESENTERICUS

Concentration de : ClNa	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	640.000	90°	36
7,5	560.000	90°	34
10	200.000	90°	32
12,5	80.000	90°	29
15	40.000	90°	28
5	640.000	100°	15
7,5	560.000	100°	14
10	200.000	100°	12
12,5	80.000	100°	11
15	40.000	100°	9

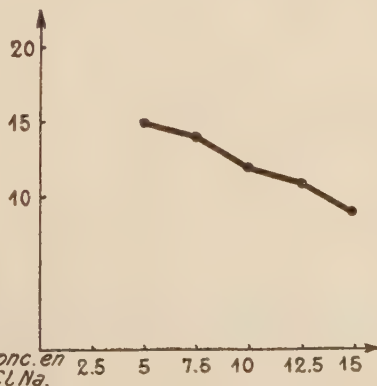
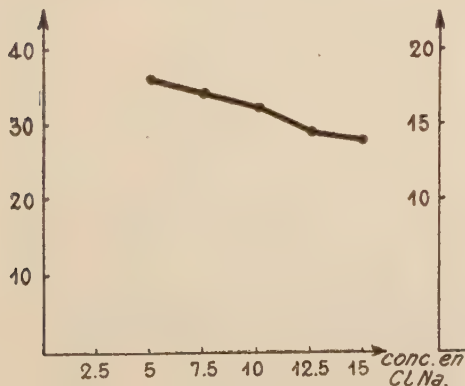
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

BACILLUS MESENTERICUS VULGATUS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

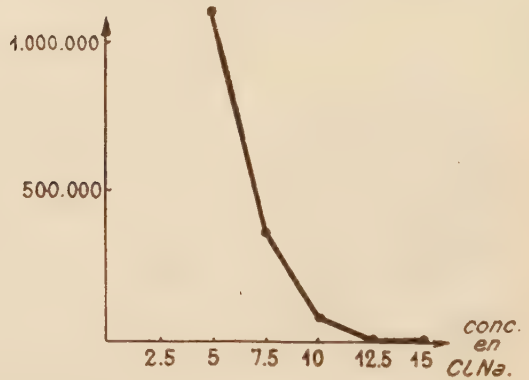


BACILLUS MESENTERICUS

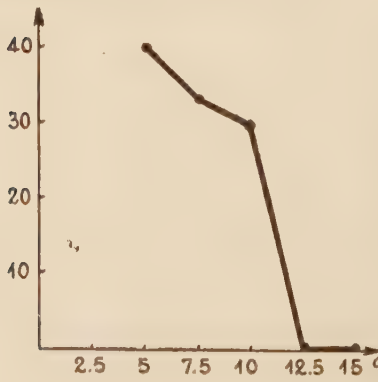
Concentration de Cl. Na	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	1.120.000	90°	40
7,5	360.000	90°	33
10	80.000	90°	30
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	1.120.000	100°	17
7,5	360.000	100°	13
10	80.000	100°	13
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

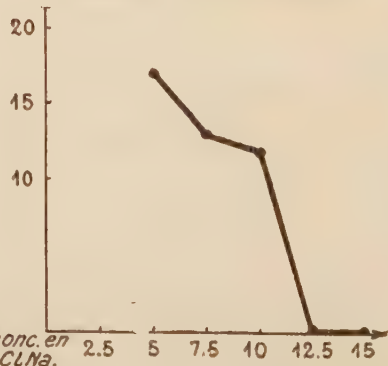
**BACILLUS
MESENTERICUS
VULGATUS**



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

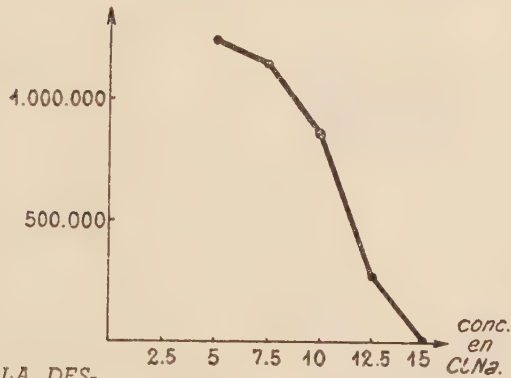


BACILLUS SUBTILIS

Concentration de : ClNa	Concentration des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	1.240.000	90°	70
7,5	1.160.000	90°	68
10	880.000	90°	61
12,5	280.000	90°	52
15	40.000	90°	41
5	1.240.000	100°	18
7,5	1.160.000	100°	18
10	880.000	100°	16
12,5	280.000	100°	13
15	40.000	100°	12

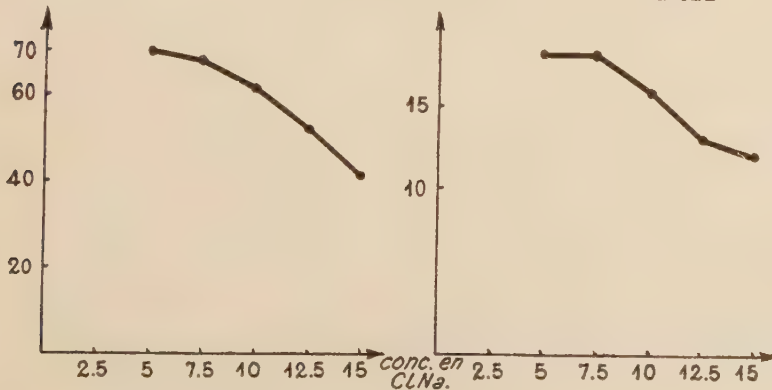
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

BACILLUS SUBTILIS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

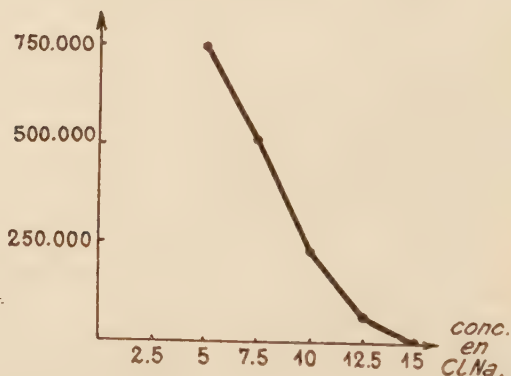


BACILLUS SUBTILIS

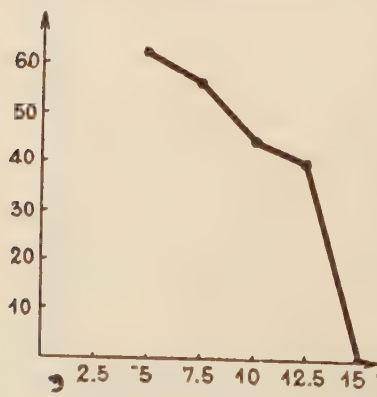
Concentration de Cl. Na	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	750.000	90°	62
7,5	520.000	90°	56
10	240.000	90°	45
12,5	80.000	90°	40
15	0	90°	0
5	750.000	100°	15
7,5	520.000	100°	14
10	240.000	100°	13
12,5	80.000	100°	10
15	0	100°	0

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL

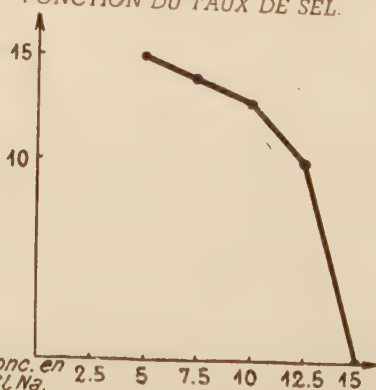
BACILLUS SUBTILIS.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

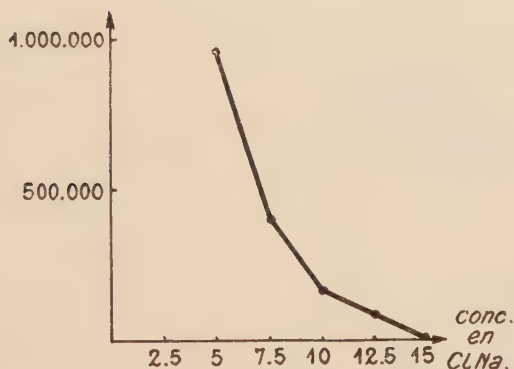


BACILLUS MEGATHERIUM

Concentration de : ClNa	Concentration des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	960.000	90°	35
7,5	400.000	90°	33
10	160.000	90°	31
12,5	80.000	90°	28
15	0	90°	0
5	960.000	100°	16
7,5	400.000	100°	14
10	160.000	100°	10
12,5	80.000	100°	9
15	0	100°	0

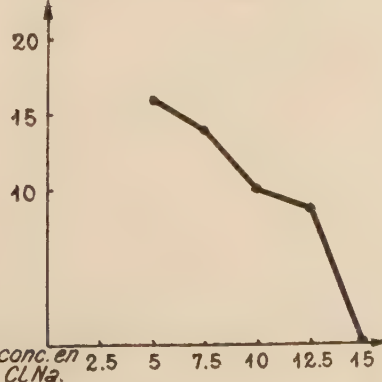
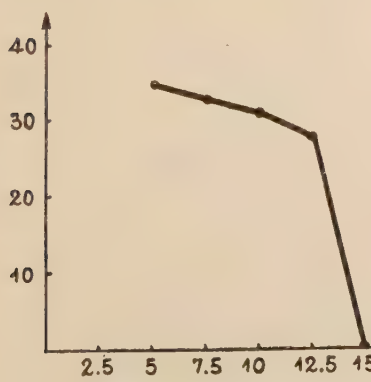
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

BACILLUS MEGATHERIUM



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

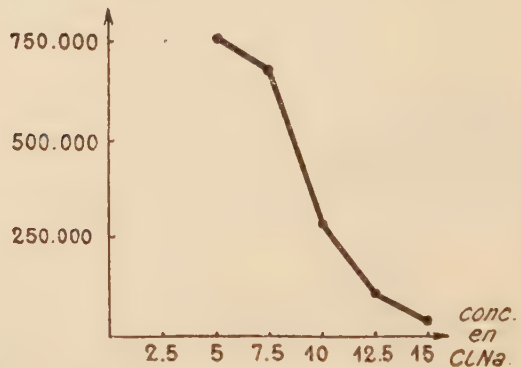


BACILLUS MEGATHERIUM

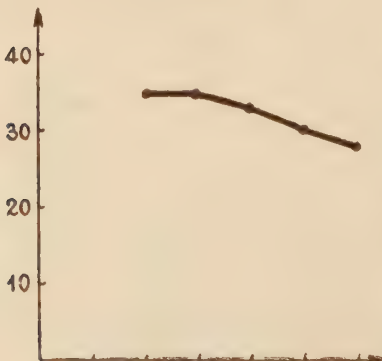
Concentration de : ClNa	Concentrat. des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	760.000	90°	35
7,5	680.000	90°	35
10	280.000	90°	33
12,5	120.000	90°	30
15	40.000	90°	28
5	760.000	100°	16
7,5	680.000	100°	15
10	280.000	100°	12
12,5	120.000	100°	11
15	40.000	100°	9

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

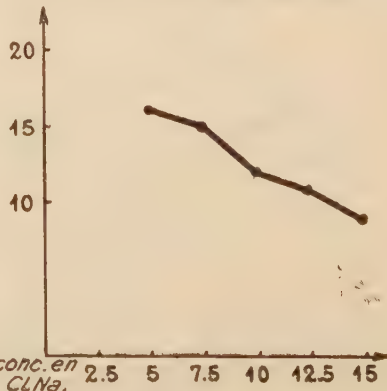
BACILLUS MEGATHERIUM



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

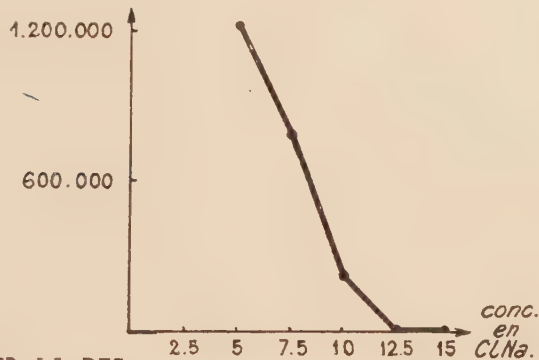


BACILLUS MYCOIDES

Concentration de : ClNa	Concentration des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	1.240.000	90°	40
7,5	800.000	90°	37
10	240.000	90°	25
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	1.240.000	100°	19
7,5	800.000	100°	17
10	240.000	100°	12
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

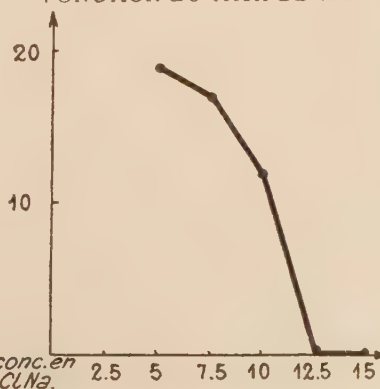
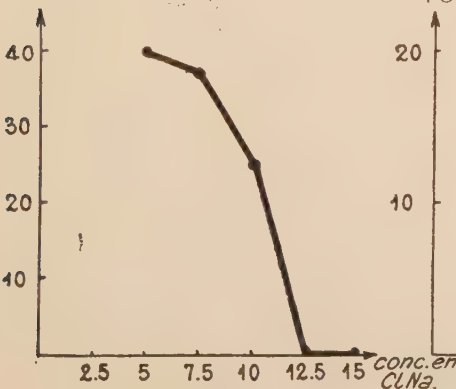
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

BACILLUS MYCOIDES



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

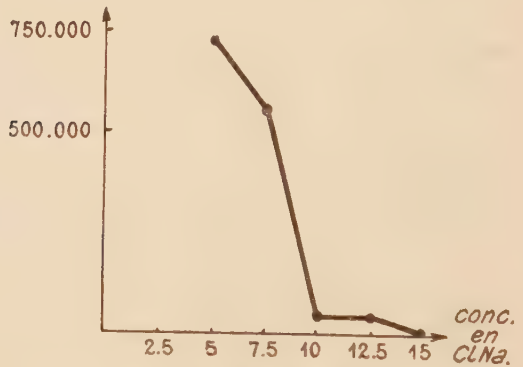


BACILLUS MYCOIDES

Concentration de Cl. Na	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	720.000	90°	36
7,5	560.000	90°	35
10	40.000	90°	23
12,5	40.000	90°	22
15	0	90°	0
5	720.000	100°	16
7,5	560.000	100°	15
10	40.000	100°	12
12,5	40.000	100°	12
15	0	100°	0

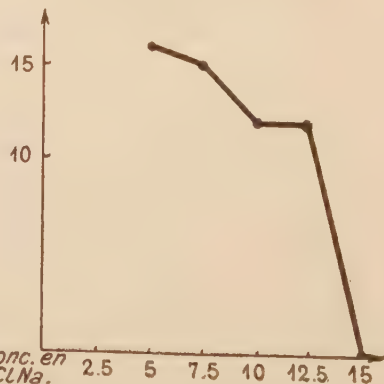
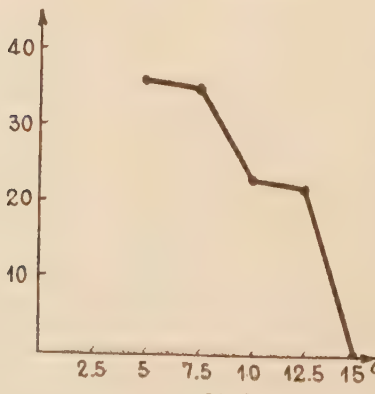
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

BACILLUS MYCOIDES



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

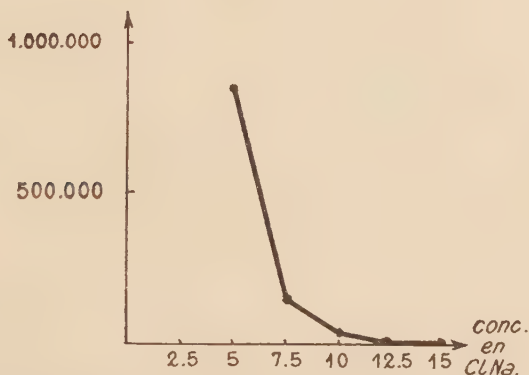


BACILLUS ANTHRACIS

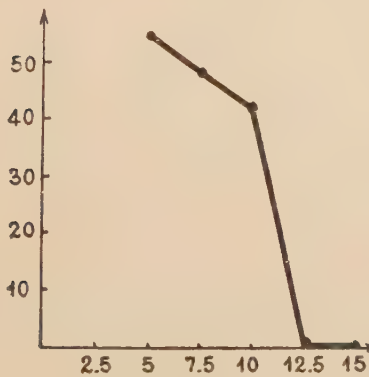
Concentration de : ClNa	Concentration des germes par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes en minutes
5	860.000	90°	55
7,5	160.000	90°	48
10	40.000	90°	42
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	860.000	100°	19
7,5	160.000	100°	13
10	40.000	100°	11
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

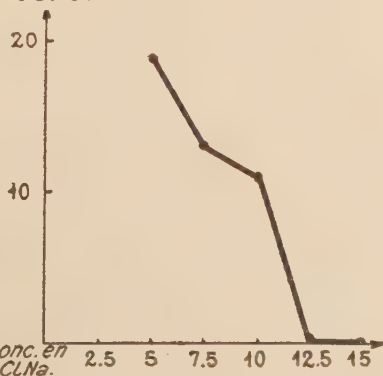
BACILLUS ANTHRACIS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

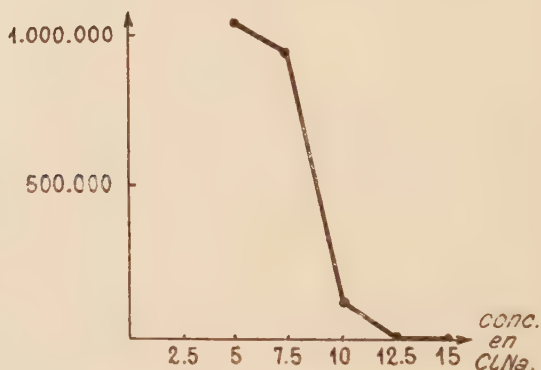


B. ANTHRACIS

Concentration de Cl. Na	Concentration par cc.	Température	Temps nécessaire pour la destruction de ces germes, en minutes
5	1.040.000	90°	53
7,5	940.000	90°	52
10	120.000	90°	48
12,5	0	90°	0
15	0	90°	0
5	1.040.000	100°	21
7,5	940.000	100°	17
10	120.000	100°	12
12,5	0	100°	0
15	0	100°	0

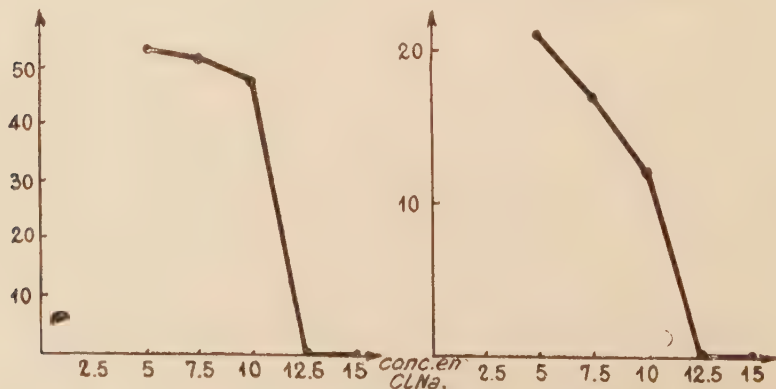
CONCENTRATION DES GERMES PAR CC. AU BOUT DE 24 H. DE CULTURE, EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

BACILLUS ANTHRACIS



TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 90° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.

TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES A 100° EN FONCTION DU TAUX DE SEL.



Nous avons pensé étudier l'influence de quelques sels sur la vie bactérienne, comme cela a été fait pour les *Pénicillium* par MM. Jacquet et Niderprim.

Dans ce but, nous avons préparé trois milieux de culture de bouillon de 7,6 à 7,8.

- Le premier milieu avec 5 pour mille de chlorure de sodium.
- Le deuxième milieu avec 5 pour mille de chlorure de potassium.
- Le troisième milieu avec 5 pour mille de chlorure de magnésium.

Les trois milieux ont étéensemencés avec une même quantité de germes.

Les résultats montrent que certains sels sont plus favorables que d'autres :

Dans l'ordre d'action bactéricide sur les germes des semi-conserves que nous avons étudiés, il faut classer : d'abord le chlorure de magnésium puis le chlorure de potassium et, enfin, le chlorure de sodium.

MICROCOCCUS CANDINO-CITRINUS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	360.000	90°	16
C1K	340.000	90°	16
C1 ₂ Mg	280.000	90°	15

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	360.000	100°	7
C1K	340.000	100°	7
C1 ₂ Mg	280.000	100°	7

STREPTOCOCCUS PYOGENE

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	480.000	90°	11
C1K	460.000	90°	11
C1 ₂ Mg	390.000	90°	10

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	480.000	100°	7
C1K	460.000	100°	7
C1 ₂ Mg	390.000	100°	6

ESCHERICHIA COLI

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	1.480.000	90°	40
C1K	1.420.000	90°	39
C1 ₂ Mg	1.310.000	90°	36

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	1.480.000	100°	19
C1K	1.420.000	100°	18
C1 ₂ Mg	1.310.000	100°	16

SERRATIA MARCESCENS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	1.260.000	90°	15
C1K	1.040.000	90°	14
C1 ₂ Mg	870.000	90°	14

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	1.260.000	100°	11
C1K	1.040.000	100°	9
C1 ₂ Mg	870.000	100°	9

SALMONELLA CHOLERAE SUIS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	590.000	90°	18
C1K	580.000	90°	18
C1 ₂ Mg	480.000	90°	16

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	590.000	100°	6
C1K	580.000	100°	6
C1 ₂ Mg	480.000	100°	4

BACILLUS MESENTERICUS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	120.000	90°	30
C1K	108.000	90°	29
C1 ₂ Mg	72.00	90°	28

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	120.000	100°	12
C1K	108.000	100°	12
C1 ₂ Mg	72.000	100°	10

BACILLUS SUBTILIS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	1.360.000	90°	71
C1K	1.320.000	90°	70
C1 ₂ Mg	720.000	90°	63

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	1.360.000	100°	18
C1K	1.320.000	100°	18
C1 ₂ Mg	720.000	100°	14

B. MEGATHERIUM

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	360.000	90°	34
C1K	310.000	90°	33
C1 ₂ Mg	160.000	90°	31

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	360.000	100°	12
C1K	310.000	100°	12
C1 ₂ Mg	160.000	100°	10-11

BACILLUS MYCOIDES

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	600.000	90°	33
C1K	530.000	90°	32
C1 ₂ Mg	420.000	90°	30

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	600.000	100°	15
C1K	530.000	100°	14
C1 ₂ Mg	420.000	100°	13

BACILLUS ANTHRACIS

Milieu	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	820.000	90°	53
C1K	790.000	90°	50
C1 ₂ Mg	710.000	90°	50

Milieu	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Av 5. 0/00			
de : C1Na	820.000	100°	20
C1K	790.000	100°	18
C1 ₂ Mg	710.000	100°	18

Une autre étude a été faite sur l'influence de la gélatine sur la vie microbienne ; à cet effet, quatre milieux de bouillon gélatiné de pH 7,6 à 7,8 ont servi pour cette expérience.

Dans le premier bouillon, 2 0/00 de gélatine entre dans la composition, dans le deuxième 4 0/00, dans le troisième 8 0/00, et enfin dans le quatrième 12 0/00.

Les tableaux exposés ci-après montrent nos résultats :

MICROCOCCUS CANDIDO CITRINUS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	480.000	90°	15
4 0/00	460.000	90°	15
8 0/00	460.000	90°	15
12 0/00	480.000	90°	15

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	480.000	100°	7
4 0/00	460.000	100°	7
8 0/00	460.000	100°	7
12 0/00	480.000	100°	7

STREPTOCOCCUS PYOGENE

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	140.000	90°	8
4 0/00	130.000	90°	8
8 0/00	130.000	90°	8
12 0/00	130.000	90°	8

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	140.000	100°	5
4 0/00	130.000	100°	5
8 0/00	130.000	100°	5
12 0/00	130.000	100°	5

SERRATIA MARCESCENS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	1.200.000	90°	15
4 0/00	1.140.000	90°	15
8 0/00	1.140.000	90°	15
12 0/00	1.180.000	90°	15

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	1.200.000	100°	11
4 0/00	1.140.000	100°	10
8 0/00	1.140.000	100°	10
12 0/00	1.180.000	100°	10

ESCHERICHIA COLI

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	900.000	90°	36
4 0/00	780.000	90°	35
8 0/00	820.000	90°	35
12 0/00	820.000	90°	35

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	900.000	100°	15
4 0/00	780.000	100°	13
8 0/00	820.000	100°	13
12 0/00	820.000	100°	13

SALMONELLA CHOLERAE SUI

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	410.000	90°	16
4 0/00	420.000	90°	16
8 0/00	380.000	90°	15
12 0/00	520.000	90°	16

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	410.000	100°	5
4 0/00	420.000	100°	5
8 0/00	380.000	100°	4
12 0/00	520.000	100°	6

BACILLUS MESENTERICUS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	120.000	90°	30
4 0/00	140.000	90°	31
8 0/00	130.000	90°	30
12 0/00	180.000	90°	31

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	120.000	100°	12
4 0/00	140.000	100°	12
8 0/00	130.000	100°	12
12 0/00	180.000	100°	12

BACILLUS SUBTILIS

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	680.000	90°	60
4 0/00	560.000	90°	57
8 0/00	640.000	90°	60
12 0/00	680.000	90°	60

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	680.000	100°	15
4 0/00	560.000	100°	14
8 0/00	640.000	100°	15
12 0/00	680.000	100°	15

BACILLUS MEGATHERIUM

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	1.240.000	90°	35
4 0/00	1.180.000	90°	34
8 0/00	1.360.000	90°	35
12 0/00	1.320.000	90°	35

Milieu	Concentration des germes par cc.	Température de chauffage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	1.240.000	100°	17
4 0/00	1.180.000	100°	16
8 0/00	1.360.000	100°	17
12 0/00	1.320.000	100°	17

BACILLUS MYCOIDES

Milieu	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	980.000	90°	38
4 0/00	430.000	90°	33
8 0/00	860.000	90°	37
12 0/00	860.000	90°	37

Milieu	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	980.000	100°	17
4 0/00	430.000	100°	16
8 0/00	860.000	100°	17
12 0/00	860.000	100°	17

BACILLUS ANTHRACIS

Milieu	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	630.000	90°	52
8 0/00	650.000	90°	52
4 0/00	600.000	90°	51
12 0/00	650.000	90°	52

Milieu	Concen- tration des germes par cc.	Tempé- rature de chauf- fage	Temps nécessaire pour la destruction des germes en minutes
Avec gélatine :			
2 0/00	630.000	100°	17
4 0/00	650.000	100°	17
8 0/00	600.000	100°	17
12 0/00	650.000	100°	17

Néanmoins, ces expériences sont encore imparfaites et restent du domaine du laboratoire. Elles sont faites sur des suspensions de microbes dans du bouillon. Elles ne sont donc directement applicables qu'au jus des semi-conserves s'il y en a.

Nous signalons, ici, que le milieu utilisé pour ces essais était du bouillon de viande de porc de pH 7,6. Les tableaux que nous venons de citer nous montrent que la résistance des microbes subit de grandes variations selon les espèces et selon la température atteinte. Nous sommes d'accord avec les autres auteurs pour dire que les formes végétatives des microbes sont détruites par un court chauffage à une température de 70-80°. Nous sommes également d'accord avec Bigelow et Esty pour penser qu'un repiquage d'une souche d'un microorganisme effectué un nombre important de fois change la résistance thermique des microbes. Les expériences de ces chercheurs (1920) ont amené après une série de repiquages successifs pendant six mois d'une souche de microbes une résistance des bactéries à la chaleur de 12 à 22 minutes à une température de 120°. De même, Esty et Meyer ont obtenu des variations de 3 à 10 minutes à 105°. Tout ceci indique une fois de plus les très grandes possibilités d'adaptation des microbes aux conditions du milieu.

Nos expériences ont été faites à des températures de 90° et 100° qui sont acceptables pour la semi-conserve. Evidemment, ce niveau calorifique est relativement bas pour tuer tous les germes et leurs spores, mais il serait facile d'augmenter, à ces températures, la durée de chauffage.

En tous cas, notre étude doit faire ressortir qu'il faut toujours supposer l'existence des bactéries et des spores de bactéries les plus résistants — qu'il s'agit de détruire par une température la plus élevée et par une durée de chauffage la plus longue, à condition de ne pas changer les propriétés nutritives et organoleptiques de la semi-conserve. On disait jusqu'à présent qu'on pourrait tolérer dans les semi-conserves la présence de germes saprophytes banaux non nuisibles à la santé du consommateur. Or, nos analyses sur les boîtes de semi-conserves industrielles bombées aussi bien que nos expériences de laboratoires démontrent que des germes considérés comme les plus banaux (*Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus megatherium* et *Bacillus mycoides*) si fré-

quents dans l'air, l'eau, le sol, sont incompatibles avec une bonne consommation des semi-conserves. Le danger du bombage bactériologique que constituent ces germes restés vivants dans les semi-conserves est d'autant plus grand que les boîtes seront maintenues à une température plus élevée (mois d'été), envoi dans les pays chauds, la production de gaz étant alors beaucoup plus intense. Dans ces conditions puisque l'on ne peut augmenter la température du chauffage des semi-conserves, il faudra s'arranger pour avoir une durée suffisante d'application de la chaleur telle que même les germes saprophytes soient détruits.

Ne pourront, à la rigueur, y être tolérés que les germes banaux, non pathogènes, non transformateurs de substances organiques et non gazéifiants. Leur nombre est forcément extrêmement petit, sinon nul.

Récapitulons, en quelques lignes, nos différentes expériences et l'intérêt que nous avons pu retirer dans l'espoir d'améliorer la fabrication de la semi-conserve.

1° La présence, puis la mesure des gaz quantitativement et qualitativement peut fournir une large idée sur l'existence d'une altération soit chimique, soit bactériologique, celle-ci de beaucoup la plus fréquente. Il est difficile d'aller plus loin ; et d'après les gaz, de dire s'il s'agit de telle ou telle espèce de germe.

2° La mesure du pH de la viande est un excellent indice pour guider le chercheur sur l'existence d'une altération microbienne.

3° La mesure de l'azote basique volatil total, de l'azote aminé libre et de l'azote ammoniacal, permettent de connaître la fraîcheur et la salubrité de la conserve.

4° Une quantité de sel suffisante dans la viande de semi-conserve est une nécessité non seulement pour le goût, mais aussi pour défavoriser la vie microbienne.

5° La substitution au chlorure de sodium d'un autre sel, par exemple chlorure de magnésium ou chlorure de potassium est meilleure pour obtenir la destruction des germes.

6° La vie des germes étudiés est nettement défavorisée en milieu surtout acide ou, au contraire, nettement alcalin, les bactéries habituelles des semi-conserves vivent plus facilement dans des milieux compris entre pH 5 et pH 7.

7° La présence en quantité plus ou moins importante de gélatine n'a pas d'influence sur la croissance et l'augmentation de microorganisme et sur leur destruction par la chaleur.

8° La présence des germes saprophytes banaux constitue toujours un grave danger pour l'avenir de la semi-conserve. Il faut, avant tout, essayer de fabriquer un produit vraiment stérile.

9° Si la stérilité absolue n'a pas pu être obtenue, il y aura intérêt à maintenir la semi-conserve au froid, ce qui aura pour effet d'arrêter la multiplication des germes saprophytes banaux et la formation de gaz.

De nos expériences, on arrive aux conclusions suivantes:

Le temps nécessaire pour la destruction des germes est une fonction :

- a) du volume des boîtes,
- b) de la température de chauffage,
- c) de la concentration des germes,
- d) de la concentration en sel et sa composition chimique,
- e) du pH du milieu.

CHAPITRE V

PROPHYLAXIE DE L'ALTÉRATION MICROBIENNE DES SEMI-CONSERVES

La connaissance parfaite de l'origine des microbes qui contaminent les produits au cours de leur fabrication, est indispensable au point de vue des mesures de prophylaxie qui s'imposent. On peut distinguer deux origines :

a) La première dite *endogène*, c'est-à-dire qui provient du transport d'une flore microbienne par les matières premières à leur entrée à l'usine ; a ceci, ajoutons les mauvaises conditions d'abattage et les animaux malades.

b) La deuxième provient de l'utilisation des outils qui constituent autant de causes de contaminations. Ceci a lieu pendant la mise en boîte de conserve. Cette souillure d'origine externe est aussi dite *exogène*.

1° ORIGINE ENDOGENE :

La nature même de beaucoup d'espèces trouvées dans les boîtes de semi-conserves avariées déroute quant à l'origine de ces microorganismes. Exception faite pour les animaux malades, les pathogènes de la viande, comme le montrent les vétérinaires, proviennent de l'intrusion par voie sanguine anté-mortem au moment de l'abattage. Toutefois, beaucoup de maladies ne présentent que des symptômes frustes et seule l'habileté du vétérinaire peut les déceler. Une

fois abattu, l'animal donne une viande contaminée par les microbes de l'atmosphère ambiante. Cette dernière est une source immense de microbes pathogènes et de saprophytes banaux. Un autre facteur très important de contamination est la main-d'œuvre : selon C. Bidault, l'origine de certains microbes comme les *Salmonella* ne peut être attribuée qu'à un ouvrier porteur de germes. Certaines espèces peuvent avoir une origine mixte comme le montre Meynard. Nous ne sommes pas tout à fait d'accord avec Bidault sur l'origine de plusieurs espèces de germes : les *Salmonella cholerae suis* et les *Bacillus Anthracis*, que nous avons trouvé dans les semi-conserves ne peuvent absolument être attribuée au personnel. Buttiaux et ses collaborateurs à l'Institut Pasteur de Lille, démontrent très récemment, eux aussi, après une longue recherche, que certaines *Salmonella* existent déjà dans les organes des pores.

2° ORIGINE EXOGENE.

Cette origine externe réside d'abord dans l'emplacement de l'usine et la disposition des lieux où s'effectue la fabrication, car la poussière venant d'une route voisine est un transporteur de nombreux germes. L'atmosphère, la température et l'état hygrométrique de l'air jouent aussi leur rôle

L'étude des conditions d'aménagement et de la topographie de l'usine a une importance très grande. Le mauvais état du sol, la présence d'eaux stagnantes, l'absence de plafond ou de voligeage sous la toiture, la saleté des murs, la vétusté des locaux, constituent autant de causes de la pollution de l'air.

Au point de vue topographique, la proximité de terrains d'épandage, d'ateliers d'équarrissage, de dépôts d'immondices, de routes de grande circulation, est une cause d'enrichissement de l'atmosphère en microorganismes. Les boîtes de fer blanc contenant des poussières sont également riches en germes. Les matériaux d'usage fréquent, de contact permanent avec la viande, ne tardent pas à être des sources de pollution pour les produits frais, s'ils ne sont pas nettoyés soigneusement.

Les tables d'emboîtement, presque toujours grasses, recueillent particulièrement bien les poussières. Elles deviennent vite, si elles ne sont pas souvent entretenues, des causes de souillures pour la viande.

D'autre part, la tenue hygiénique du personnel peut jouer un rôle très net ; mains souillées, vêtements sales...

L'eau par les diversités de son emploi, est une source de contamination des plus importantes. Non seulement, elle doit être potable, mais elle doit être exempte d'espèces microbiennes à caractères nuisibles. Des bactéries thermophiles thermorésistantes, ainsi que l'ont prouvé les expériences de Creftel, causes de si graves ennuis dans la fabrication de la conserve, sont étrangères au groupe *Escherichia Acrobacter* et ne sont pas pathogènes. Elles échappent donc aux tests habituels de « Potabilité », même si elles sont en grand nombre.

L'usage du sel et des épices est aussi une source de germes pathogènes. Andouard cite d'après la thèse de Ragetly (1942, page 46) : de 6 à 76.000 bactéries dont quelques-unes pathogènes, et de 100 à 700 spores de moisissures par gramme de chlorure de sodium.

PROPHYLAXIE.

C'est l'étude des mesures nécessaires pour éviter les dangers les plus courants de la fabrication. Pour simplifier l'étude de la prophylaxie dans la semi-conserve, nous la diviserons en sept parties :

- a) Hygiène des animaux et de la matière première ;
 - b) Hygiène du personnel ;
 - c) Hygiène de l'usine et des matériaux ;
 - d) Conservation de la viande par le froid ;
 - e) Amélioration de la technique de la semi-conserve ;
 - f) Surveillance des autoclaves ;
 - g) Epreuves de laboratoire.
- a) *Hygiène des animaux et de la matière première.*

Examen des animaux sur pied :

Les animaux doivent être parqués dans des étables et des crèches propres, éloignés de l'usine. Avant l'abattage, on s'assure que les animaux se sont bien reposés et sont en bonne santé. Un examen individuel minutieux aura lieu et éliminera, par la prise de température surtout, les éléments malades. On examinera la viande 24 heures après l'abattage.

Examen des animaux abattus :

D'abord organoleptique, il est effectué par un vétérinaire

du contrôle sanitaire. Toute viande de couleur, d'aspect ou d'odeur anormaux, sera éliminée. Dans les cas suspects, un examen microbiologique fixera la salubrité de la viande de l'animal consigné.

Ci-dessous, les statistiques obtenues par M. Carpano à l'abattoir public du Caire du 1^{er} mai 1933 au 30 avril 1934 :

Espèces animales	Animaux abattus	Tuber- culeux	% infectés
Bovins adultes	16.234	1.980	12
Buffles adultes	11.412	1.035	9
Porcs	4.841	524	14
Chameaux	7.489	163	9,4
Ovins	296.740	5	1/60.000

EAU :

Bendix et Hallmann donnent les conseils suivants relatifs à la technique à suivre pour que les eaux originellement propres ne soient pas souillées dans l'usine :

1 - Utiliser des réservoirs en matériaux hygiéniques bien couverts ;

2 - Surveillance des canalisations et des tuyaux flexibles, dont l'embouchure est une source de contamination des réservoirs ;

3 - Maintenir l'eau à une température basse afin d'éviter la pullulation des germes thermophyles ;

4 - Purifier par le Cl et l'eau de javel les eaux non hygiéniques ;

5 - Procéder à cette purification par une décantation, tamisage et filtration.

L'eau doit être enfin contrôlée par des tests bactériologiques.

SELS ET ÉPICES.

Les sels et les épices même à l'état raffiné peuvent renfermer des germes. Il est nécessaire d'utiliser du sel et des épices exempts d'impuretés et relativement de bactéries.

LES BOÎTES.

Le nettoyage des boîtes comprend un double avantage :

1° Sauvegarder le consommateur ;

2° Intérêt économique du fabricant.

On passe les boîtes dans une solution insecticide avant de les laver à l'eau potable, et ensuite on les stérilise à 150° pendant une demi-heure.

En somme, dans le domaine de l'hygiène, la matière première doit être reconnue saine et fraîche, le temps de l'abattage réduit, l'abattoir proche de l'usine, les matériaux, outils, eaux et sels doivent répondre aux conditions de l'hygiène.

b) Hygiène du personnel :

Nécessite des visites médicales régulières afin d'éviter les contaminations par les ouvriers malades ou blessés obligation de se laver les mains au savon et à l'eau chaude après interruption du travail pour quelque raison que ce soit.

c) Hygiène de l'usine :

Il faut lutter contre la condensation de vapeur par un système de ventilation à air chaud. La climatisation de l'air est très efficace par ses effets favorables au point de vue travail, hygiène et qualité du produit obtenu.

Lutte contre les insectes, la vermine et les rongeurs.

Ceci nécessite l'emploi du D.D.T. ou autre insecticide et raticides.

Hygiène du matériel.

L'eau bouillante, la vapeur d'eau, la chaleur sèche et les antiseptiques sont les moyens le plus fréquemment employés pour nettoyer le matériel. Pour désinfecter les ateliers, l'eau de Javel est recommandée par O. et T.W. Jones.

d) Conservation de la viande par le froid.

La viande est un produit très altérable. Il faut la maintenir dans un frigidaire entre les différentes opérations précédant la mise en conserve.

e) Amélioration de la technique.

Malgré tous les soins que l'on peut prendre au cours de la fabrication et de la mise en boîte de la semi-conserve, il arrive souvent qu'une quantité considérable soit altérée.

Pour cette raison, il est nécessaire d'améliorer la technique du procédé de la semi-conserve. Cette amélioration possible ressort des résultats de nos recherches. D'abord, nous avons vu que le changement de pH est nécessaire, et que la vie des germes est favorisée dans un milieu de pH 6

à 7, et hors de cette limite leur existence et leur multiplication est très minime.

Deuxièmement, une quantité de sel suffisante est nécessaire car plus il y a de sel généralement, moins il y a de germes.

Troisièmement, il faut remplacer le sel de sodium par le sel de potassium qui est moins favorable à la vie bactérienne. Ce dernier ne présente qu'un seul inconvénient : il coûte plus cher que le sel de sodium.

Avec ces trois éléments, on peut améliorer le produit. Nous avonsensemencé par le bacille Subtil un bouillon de pH5 avec 15 pour mille de sel de potassium. Après 24 h. à 37° C., nous n'avons plus trouvé de traces de ces germes.

En résumé, nous pouvons dire qu'avec ces améliorations de la technique de la semi-conserve, on peut tout au moins entraver le développement des germes. Il est à noter, enfin, ainsi que nous l'avons établi précédemment, que l'action de la chaleur sera d'autant plus efficace qu'il y aura moins de germes à détruire et, par conséquent, que les causes d'arrêts de la vitalité de ces germes que nous venons d'étudier auront pu jouer préalablement.

f) Surveillance des autoclaves.

Eviter de fermer prématurément le robinet de l'autoclave, car si celui-ci n'est pas entièrement purgé d'air, la température indiquée est inférieure à la température véritable. Il faut :

1° Un thermomètre à mercure en contact direct avec l'intérieur des appareils ;

2° Un régulateur de pression semi-automatique.

g) Epreuve de laboratoire :

On opère des séries de prélèvements, afin de contrôler les produits. Ceci se fait le matin, de préférence.

L'examen des boîtes de conserves se fait sur un nombre constant de boîtes de chaque lot indifféremment du total de boîtes fabriquées.

Pfuhl (1) a montré la fréquence des apports de germes à la faveur de petites entrées d'air produites par des fuites.

(1) Ragetly René-Georgs : Considérations sur la fabrication hygiénique des conserves de sardines. Thèse Vétérinaire, Paris 1942, pages 48-49.

C'est un défaut d'étanchéité qui est dû à la mauvaise fabrication des boîtes, au mauvais sertissage et, enfin, aux efforts excessifs subis par les boîtes.

AVANTAGE HYGIÉNIQUE :

Le contrôle du laboratoire est avantageux tout d'abord pour le consommateur qui trouvera un produit sain, exempt de germes toxiques.

AVANTAGE ÉCONOMIQUE :

Le fabricant lui aussi appréciera l'avantage du contrôle par la confiance que ses clients lui accorderont pour ses produits, d'où un accroissement du chiffre de ses affaires.

En résumé, au point de vue hygiénique comme au point de vue économique, le contrôle du laboratoire est toujours à souhaiter. L'usinier, autant que le consommateur, y gagnera.

CONCLUSION

L'homme a toujours rêvé de conserver. Ses réalisations ont eu lieu dans tous les domaines, depuis les barrages jusqu'aux piles atomiques, en passant par les conserves alimentaires, premier besoin vital. Cette industrie acquiert de nos jours une telle importance que fabricants, ingénieurs, hommes d'affaires, savants, se mettent à contribution pour qu'elle arrive à un stade maximum de rendement et de qualité.

Nous avons, dans ce présent ouvrage, fait l'historique de la conserve en soulignant les apports de Nicolas Appert, premier technicien de la conserve, et de Peter Durand, inventeur de la boîte en fer blanc. L'un et l'autre ont donné l'essor à cette industrie et Raymond-Chevallier Appert avec sa découverte de l'autoclave, Pasteur avec ses travaux bactériologiques, et nombre d'autres chercheurs lui ont permis des procédés de plus en plus nets et un développement de plus en plus grand.

Nous intéressant particulièrement à la semi-consERVE, nous avons, afin de délimiter notre sujet, étudié le problème de la stérilisation, et fait remarquer que la stérilisation de la semi-consERVE ne pouvait dépasser 103-104°, si celle de la conserve pouvait atteindre une température de 130°. Nous avons indiqué une autre différence entre ces deux denrées, en ce sens que dans la semi-consERVE, la présence de microbes saprophytes banaux est tolérable, à condition que ces microorganismes ne changent pas la structure de ses constituants.

Puis nous avons traité des altérations d'origine micro-

bienne et indiqué les méthodes révélatrices de ces altérations, telles que l'étuvage et la série d'examens à effectuer sur les boîtes de conserve avariées : organoleptique, bactériologique et physiologique.

Au cours de nos recherches dans ce domaine, nous avons réussi à isoler dix espèces de microbes, dont une variété nouvelle (*micrococcus candido citrinus*), et une espèce qui n'avait pas été trouvée encore dans les semi-conserves de porc (*Bacillus Anthracis*). Notre tâche propre était d'en définir le temps de chauffage nécessaire à leur destruction en fonction de nombreux facteurs, tels que le volume des boîtes, la nature des germes, leur concentration dans le produit, la concentration de sel, et enfin le pH du milieu. Chaque facteur a été détaillé en particulier et en rapport étroit avec la résistance thermique des microbes. Toutes ces explications ont été obtenues à la faveur de nombreuses expériences.

D'autre part, nous avons étudié la quantité et la composition des gaz produits par ces microbes, chacun à part, ainsi que le pH, l'azote basique volatil total, l'azote aminé et l'azote ammoniacal.

L'étude de ces microbes et des altérations qu'ils déterminent dans telles ou telles conditions une fois faite, nous avons, pour conclure nos travaux et après avoir expliqué les différentes origines de contamination, traité du problème de la prophylaxie. Nous avons indiqué les méthodes à suivre afin d'éviter le plus d'altération possible, et par conséquent, améliorer la qualité hygiénique du produit obtenu.

Voilà en bref, quels ont été les résultats de nos travaux. Puissent-ils, adjoints aux travaux de plus éminents que nous, contribuer à faire tendre l'industrie de la semi-conserve à une faveur plus grande encore que celle dont jouit actuellement la conserve stérilisée à plus haute température.

Vu et approuvé, le Doyen

Président de la Thèse :

Ed. CHAUVENET

Vu et permis d'imprimer,

*le Recteur, Président du Conseil de l'Université
de Caen.*

DAURE

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN P. W. — The attenuation of bacteria due to temperature stock. *Jour. N. Bact.*, 1923, 8, 555-556.
- BAKER E. E. & Mc KLING L. S. — Determination of the heat resistance of non-spore forming Bacteria. *Food. Res.*, 1939, 4, 21.
- BALL C. O. — Thermal process time for canned food. *Bull. Nat. Res. coun.*, 1923, 7, N° 37.
- BALL C. O. — Food processing for sterilization. *Food. Ind.*, 1947, 19, 114.
- BERGEY D. H. — Manual of determinative Bacteriology, 4^e éd. William Wilking Company Baltimore, éd.
- BESSON Albert. — Technique microbiologique et sérothérapique, 1930, 8^e éd. J.-B. Ballière et Fils, Paris, éd.
- BIDAULT G. — Recherches sur les conserves de viande. *Rev. Hyg.*, 1924, 7. Conservation de la viande et du poisson. J.-B. Ballière, Paris 1927, éd., 1 vol.
- BIDAULT G. et HINARD G. — Rapport sur les odeurs anormales des conserves. *Rec. Trav. Off. Pêches*, 1929, 2, 444.
- BIGELOW W.-D. & BOHARD, RICHARDSON & BALL C. O. — Heat penetration in processing canned foods. *Nat. Canner Assoc.*, 1920, Bull. 16.
- BENDIX G.-H. & HALLMANN G. V. — Water supplies for canning purposes from the stand point of bacteriological contamination. *The Canner*, 1941, 92, 49..
- BIGELOW W.-S. & ESTY G. R. — Thermal death. Point in relation to time of typical thermophilic organism. *Jour. Inf. Dis.*, 1920, 27, 602.

- BLANCHARD L. & PANTALEON Y. — Dosage de l'azote basique volatil en inspection des viandes et des poissons. *Contrôle des viandes et du lait*, 1946 janv.
- BLANCHARD L., NEVOT A. & PANTALEON Y. — Azote basique volatil total et inspection des viandes. *Encyclopédie Vét. Périodique*, 1946, 3, 417.
- BLANCHARD L., NEVOT A., PANTALEON Y. & POISSON P. — Recherches sur le pH des viandes de boucherie. *Bull. Acad. Vét. Fr.*, 1951, 24, 34.
- BUTTIAUX, GAUMONT R. & MOREL P. — *Salmonella* dans les ganglions mésentériques des porcs. *Ann. Inst. Pasteur*, 1951, 81, 236.
- CAMERON E.-J. — Developments of the cannong industry. *Canning Trade*, 1936, 59, 4.
- CASTELL H.-C. — Thermophilic Bacteria in foods and in various ingredients interning into the manufacture of foods. *Food Res.*, 1944, 9, 410.
- CHAMBERLAN P., CHEFTEL H., THUILLOT M. & BOUDEAU R. — La pression intérieure dans les boîtes de conserves et ses variations pendant la stérilisation. *Publ. des Laboratoires de Recherches des Etablissements J.-J. CARNAUD*, 1935, Bull. 3.
- CHEFTEL H. — La stérilisation des conserves par la chaleur. *Publ. des Laboratoires de Recherches des Etablissements J.-J. CARNAUD*, 1935, Bull. 2.
- CHEFTEL H. — Les boîtes bombées dans l'industrie des conserves alimentaires. *Publ. des Laboratoires de Recherches des Etablissements J.-J. CARNAUD*, 1935, Bull. 1.
- CHEFTEL H. — L'eau pour l'industrie des conserves. *Office Conserves*, 1946, N° 1, 19, 1947, N° 3, 15.
- CHEYNEY E.-W. — Study of the microrganisme found in merchantable canned foods, *Jour. Méd. Res.*, 1919, 40, 177.
- CRUESS W., FONG W.-Y. & LIU T. C. — The role of acidity in vegetable canning. *Hilgardia*, 1925, 1, 275.
- DALFOS. — Contrôle des stérilisations des conserves en boîte. Thèse vét., Paris, 1949.

- DRIEUX H. — Le pH des viandes, sa mesure, ses indications. *Encyclopédie Vét. Périodique*, 1944, 1, 477.
- DUROCHER J. — Equipement, conduite et contrôle des autoclaves. *Off. Conserves*, 1946, N° 2, 12.
- DUROCHER J. — Les conserves alimentaires. Leur valeur nutritive. Leur utilisation. *Bull. Soc. Hyg. Alim.*, 1943, 21, 148.
- ESTY J.-R. & MEYER K.-F. — The heat resistance of the spores of *B. botulinus* and allied anaerobes. *J. Inf. Dis.*, 1922, 31, 650.
- ESTY J.-R. & STEVENSON K.-E. — Examinations of spoiled canned foods, *J. Inf. Dis.*, 1925, 36, 486.
- FORGEOT P. & FOLDIE H. — Sort des microbes dans les conserves de viande. *Rev. Hyg.* 1932, 54, 253.
- GAUDUCHAU A. — Les conserves alimentaires du point de vue hygiène. *La Conserverie Française*, Juin 1931, N° 6.
- GLAUBITZ M. — Atlas des organismes de fermentation. Louvain 1941, 1 vol.
- GRENAT R. — Technique nouvelle des conservations des viandes par la chaleur. *Thèse Vét. Toulouse*, 1945.
- GROSS C.-E., VINTON C. & STRELING. — Bacteriological studies relating to thermal processing of canned meats. IV. Viability of spores of a putrefactive anaerobic bacterium in canned meat after prolonged incubation. *Food Res.*, 1946, 11, 399.
- GROSS C.-E., VINTON C. & STUMBO C.-R. — Bacteriological studies relating to thermal processing of canned meats. V. Characteristics of putrefactive anaerobes used in thermal resistance studies. VI. Thermal death time curve for spores of test putrefactive anaerobes in meat. *Food. Res.* 1946, 11, 405.
- GROSS C.-E. & VINTON C. — Thermal death time of a strain of *staphylococcus* in meat. *Food Res.*, 1947, 12, 188.
- GUILLOT M. — Sur la théorie de l'autoclave. *Ann. Pharm. Fr.*, 1943, 1, 109.
- HENRY B. & SAND FRIEDMAN C.-A. — Water content of bacterial spores. *Jour. Bact.* 1947, 33, 323.

- HESS E. — Studies on salt fish. VIII. *Jour. Fish. Res.*, 1942, Bd Canada, 6, 1-3.
- HUREQUIN L. — Quelques conseils judicieux pour la bonne hygiène des usines de conserves. *La Pêche Maritime*, 1939, N° 800, 210.
- INGRAM. — Fatigue musculaire, pH et proliférations bactériennes dans la viande. *Ann. Inst. Pasteur*, 1948, 75, 139.
- JACQUET J. — Intervention aux Journées de la Production du Lait. *Ann. Nutr. et Alim.*, 1951, 5, 350.
- JACQUET J., RICHOU & COLL. — Sur les caractères des microcoques. *C. R. Acad. Sc.*, 1952, 234.
- JACQUET J. & NIDERPRIM. — Influence des impuretés du sel sur la fabrication des camemberts. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1951, N° 5, 6, 310.
- JONES O. & JONES T. W. — Fabrication de conserves. Librairie Dunod, 1 vol., 1941.
- JONES O. — Prepared Meats, some technical aspects of their manufacture. *Chem. et In.*, 1942, 61, 162.
- JOSEPH. — Du contrôle et de la recherche des défauts et altérations des conserves de poisson. *Thèse Vét., Paris*, 1943.
- LAMONNA C. — Relation of temperature to the resistance to heat. *Jour. Bact.* 1942, 44, 29.
- LEBERT. — Bactéries anaérobies : technique d'isolement et de détermination. (Méthode de Foreman pour l'analyse de l'azote ammoniacal), p. 21, 23 et 24.
- LEGROUX R. & Mme JERAMEC. — Le Botulisme et les jambons salés. *Bull. Acad. Méd.*, 1944, 128, 174.
- Le Botulisme en France pendant l'occupation. *Presse Méd.*, 1947, N° 10, 109.
- MALEYRAT H. — Collections des travaux de pathologie comparée. Sarl, éd. De l'inspection de salubrité des boîtes de conserves. *Thèse Vét., Toulouse*, 1945.
- MANIL P. — Microbes et actions microbiennes, 1947, 1 vol. Desoer, éd., Liège.

- NEVOT A., BREVOT G., PANTALEON Y. & ROSSET R. — A propos des récentes intoxications alimentaires observées dans la région parisienne. Rôle du staphylocoque. *Bull. Acad. Vét. Fr.*, 1951, 24, 151.
- NEVOT A. — Contrôle bactériologique pratique des denrées alimentaires d'origine animale. 1947, 1 vol., Flammarion éd., 328-335 et 227-233.
- NICOLAS E. — Les conserves en boîtes. Etude des bombements. *Rec. Méd. Vét.* 1931, 107, 1.041.
- PAULUS PIERRE CHRISTIAN. — L'industrie des conserves de sardines en France. *Thèse Vét., Paris*, 1944.
- RAGETLY RENE GEORGES. — Considérations sur la fabrication hygiénique des sardines. *Thèse Vét., Paris*, 1942, 46.
- ROSKIS G. — Les aspects actuels de l'hygiène dans la fabrication des conserves alimentaires. *Off. Conserves*, 1947, N° 6, 20, et 1948, N° 7, 20, 1948, N° 8, 17.
- SARTORY A. & MEYER J. — Contribution à l'étude d'une espèce thermophile d'actinomy-cétales isolées des conserves de viande. Nouvelles recherches sur la flore microbienne des viandes et d'abats. *Bull. Méd.*, 1941, 124, 637.
- STUMBO. — Rational problem relating to preservation of canned foods. The preservation of which does not depend on sterilization, 1947. (Publication polycopiée de source privée).
- TRITAR J.-E. — Studies in meat canning problem. *Proc. Chem. & Oper Section American Meat Institute*, Chicago, 1941, 3.
- TANNER A. — The microbiology of food. *The carrard press*, 2nd Ed. 1941, N° 42.
- TECRAN. — Le bœuf, animal de boucherie. *Thèse Vét., Paris*, 1945.
- THOMPSON G. — Temperature time relations in canned foods during sterilization. *Ind. Eng. Chem.*, 1919, 11, 657.

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
AVANT-PROPOS	9
INTRODUCTION	11
CHAPITRE I. — HISTORIQUE DE LA CONSERVE	13
CHAPITRE II. — TECHNIQUE DE LA SEMI- CONSERVE	17
CHAPITRE III. — ALTERATION D'ORIGINE BAC- TERIENNE DE LA SEMI-CONSERVE ET ETUDE DE LA FLORE RESPONSABLE DE CES ACCIDENTS	27
CHAPITRE IV. — TEMPS NECESSAIRE POUR LA DESTRUCTION DES GERMES	59
CHAPITRE V. — PROPHYLAXIE DE L'ALTERA- TION MICROBIENNE DES SEMI-CONSERVES	127
CONCLUSION	135
BIBLIOGRAPHIE	137
TABLE DES MATIERES	143

